

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**NATÁLIA DE SOUZA JUNQUEIRA**

**PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS NA ÁREA DE  
MANUTENÇÃO DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA  
POR MEIO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA DILO  
E ANÁLISE DO *WRENCH TIME***

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**

**2016**

**NATÁLIA DE SOUZA JUNQUEIRA**

**PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS NA ÁREA DE  
MANUTENÇÃO DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA  
POR MEIO DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA DILO  
E ANÁLISE DO *WRENCH TIME***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, em Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof(a). M. Ana Maria Bueno

**PONTA GROSSA**

**2016**



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO  
PARANÁ  
CÂMPUS PONTA GROSSA  
Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção



## TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

Proposta de Implementação de Melhorias na Área de Manutenção de uma Indústria Química por meio da Aplicação da Ferramenta DIL0 e Análise do *Wrench Time*

por  
*Natália de Souza Junqueira*

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 06 de dezembro de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

**Prof. M. Ana Maria Bueno**

Prof. Orientador

---

**Prof. M. Marcos William Kaspchak Machado**

Membro titular

---

**Prof. Dr. Cassiano Moro Piekarski**

Membro titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso (ou Programa)”.

## **AGRADECIMENTOS**

Durante esta etapa da minha vida, muitas pessoas me apoiaram e auxiliaram para que eu concluísse o presente trabalho.

Inicialmente, agradeço a Deus, por me dar forças e permitir que eu mantivesse a fé, até nos momentos mais difíceis.

Dedico esta, bem como todas minhas demais conquistas, à minha família e amigos, por me incentivarem e me motivarem e não medirem esforços para que eu finalizasse mais esta etapa da minha vida.

Aos docentes do curso de Engenharia de Produção, em especial à Professora Ana Maria Bueno, responsável pela orientação deste trabalho, agradeço pela paciência e experiência compartilhada ao longo desta caminhada.

Aos outros estagiários da empresa que contribuíram ricamente na coleta de dados, muito obrigada! Não teria conseguido sem o auxílio de vocês.

A todos que contribuíram diretamente ou indiretamente para a realização deste trabalho, a certeza é de que essa vitória não é só minha.

## RESUMO

JUNQUEIRA, Natália de Souza. **Proposta de implementação de melhorias na área de manutenção de uma indústria química por meio da aplicação da ferramenta DILO e análise do *wrench time***. 2016. 75 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2016.

Uma indústria química, caracterizada por Empresa X no presente estudo, busca a melhoria contínua em seus processos e atividades através da área de Excelência Operacional, a qual segue o modelo do WCM (*World Class Manufacturing*). Para a área de manutenção da Empresa X, não é diferente. Busca-se pela excelência em seus processos através de um programa de excelência específico, que integra alguns pilares da Manutenção Produtiva Total (MPT). Assim, o presente trabalho caracteriza-se por uma das ações integrantes deste programa de excelência, o qual analisa o tempo produtivo, *wrench time*, dos operadores e supervisores de manutenção, através da ferramenta DILO (*Day In Life Of*), a fim de identificar oportunidades de melhoria e implementar ações em busca da excelência. A análise de *wrench time* já havia sido realizada previamente em 2015 e assim, por meio da análise realizada em 2016, identifica-se o avanço do programa de excelência e propõe-se novas ações de melhoria, satisfazendo o objetivo do presente trabalho.

**Palavras-chave:** WCM, MPT, *Wrench Time*, DILO

## ABSTRACT

JUNQUEIRA, Natália de Souza. **Proposal for improvements implementation in the maintenance area of a chemical industry through DILO's application and wrench time analysis.** 2016. 75 pages. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Federal Technology University – Paraná. Ponta Grossa, 2016.

A chemical industry, characterized by Company X in this study, seeks for continuous improvement in its processes and activities through the Manufacturing Excellence area, which follows the WCM (World Class Manufacturing) model. For the maintenance area in the Company X, there is no difference. There is constant search for excellence in its processes through a specific excellence program, which includes some pillars of Total Productive Maintenance (TPM). Thus, this work is characterized by one of the actions of this excellence program, which analyzes the productive time, wrench time, of maintenance operators and supervisors through DILO's application in order to identify improvement opportunities and implement actions in pursuit of excellence. The wrench time had previously been carried out in 2015 and so, through the analysis conducted in 2016, the advancement of excellence program can be identified and new proposes of improvement actions are done, fulfilling the objective of this work.

**Keywords:** WCM, TPM, Wrench Time, DILO

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Pilares Operacionais do WCM.....	13
Figura 2 - Os Pilares da Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total) .....	21
Figura 3 - Relação entre as seis grandes perdas e componentes do OEE .....	26
Figura 4 - <i>Wrench time</i> típico de manutenção .....	29
Figura 5 - Aplicação de DILO para técnico de manutenção.....	31
Figura 6 - Análise de aplicação de DILO para técnico de manutenção .....	31
Figura 7 - Comparação das três dimensões da excelência operacional.....	36
Figura 8 - Pilares da ManutençãoX.....	37
Figura 9 – ManutençãoX e Transformação.....	38
Figura 10 - Etapas de aplicação.....	41
Figura 11 - Formulário eletricitista.....	46
Figura 12 - Formulário instrumentista .....	48
Figura 13 - Formulário válvula 1.....	50
Figura 14 - Formulário válvula 2.....	51
Figura 15 - Formulário encanador 1 .....	53
Figura 16 - Formulário encanador 2.....	54
Figura 17 - Formulário mecânico 1 .....	56
Figura 18 - Formulário mecânico 2 .....	57
Figura 19 - Formulário mecânico 3 .....	58
Tabela 1 – Comparação de resultados para operação .....	61
Tabela 2 – Comparação de resultados para supervisão.....	63

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Série histórica operação geral.....	44
Gráfico 2 - Série histórica eletricista.....	45
Gráfico 3 - Série histórica instrumentista .....	47
Gráfico 4 - Série histórica válvula.....	49
Gráfico 5 - Série histórica encanador.....	52
Gráfico 6 - Série histórica encanador.....	55
Gráfico 7 - Série histórica soldador.....	59
Gráfico 8 - Série histórica supervisão .....	60

## LISTA DE SIGLAS

DILO	<i>Day In Life Of</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
MPT	<i>Manutenção Produtiva Total</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
OPL	<i>One Point Lesson</i>
SPIE	<i>Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos</i>
QHSE	<i>Quality, Health, Safety, Environment</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TWTTP	<i>The Way To Teach People</i>
WCM	<i>World Class Manufacturing</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	9
1.2 OBJETIVOS.....	10
1.2.1 Objetivo Geral.....	10
1.2.2 Objetivos Específicos.....	10
1.3 JUSTIFICATIVA.....	10
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
2.1 WCM ( <i>WORLD CLASS MANUFACTURING</i> ).....	12
2.1.1 Contextualização .....	12
2.1.2 Princípios do WCM .....	15
2.1.3 Ferramentas do WCM.....	18
2.1.4 Passos de Implementação .....	20
2.2 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL.....	21
2.2.1 Visão Geral da Manutenção Produtiva Total .....	21
2.2.2 Pilares da Manutenção Produtiva Total.....	22
2.2.3 Indicador de Desempenho – OEE (Overall Equipment Effectiveness).....	25
2.3 <i>WRENCH TIME</i> E DILO .....	26
2.3.1 Contextualização .....	26
2.3.2 <i>Wrench Time</i> .....	27
2.3.3 DILO (Day In Life Of) .....	30
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>33</b>
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	33
3.1.1 Quanto à Natureza .....	33
3.1.2 Quanto à Abordagem do Problema .....	33
3.1.3 Quanto aos Objetivos .....	34
3.1.4 Quanto aos Procedimentos Técnicos.....	34
3.2 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO.....	34
3.2.1 Local .....	34
3.2.2 Empresa X e World Class Manufacturing.....	35
3.2.3 ManutençãoX.....	37
3.3 ETAPAS, MÉTODOS E TÉCNICAS .....	40
<b>4 ANÁLISES E DISCUSSÃO.....</b>	<b>43</b>
4.1 TEMPO PRODUTIVO EM 2015 .....	43
4.2 OPERAÇÃO.....	43
4.3 SUPERVISÃO.....	59
4.4 POTENCIAIS DE MELHORIA .....	60
4.4.1 Operação .....	60
4.4.2 Supervisão .....	61

<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXO A – Formulário de Coleta de Dados DILO (Operador).....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO B – Formulário de Coleta de Dados DILO (Supervisor) .....</b>	<b>73</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Atualmente, as empresas se enquadram em um cenário mais competitivo, o que requer que as mesmas se capacitem estrategicamente de maneira que os objetivos e metas da organização e as necessidades do mercado sejam atendidas.

Perdas no processo produtivo podem diminuir a competitividade das empresas, posicionando-as negativamente no mercado em relação às outras empresas e dificultando para que as mesmas se recuperem e voltem a sua posição original. Assim, faz-se necessário um modelo de gestão de sistema de produção que seja capaz de identificar as causas de desperdício, combatendo-as e eliminando-as através de ferramentas propostas pelos seus pilares.

Partindo deste princípio, um dos modos para uma empresa sobreviver dentro desse ambiente competitivo é mudando velhos hábitos, desde a concepção do produto até o atendimento ao cliente, objetivando-se atingir zero defeitos dentro do processo. Segundo Maskell (1991), o *World Class Manufacturing* (WCM) é uma metodologia que tem como objetivo atingir a causa raiz de um problema para evitar que o mesmo ocorra novamente. Ao invés de apenas detectar e tratar os sintomas de um problema, o WCM permite que o mesmo seja eliminado e que o processo esteja cada vez mais próximo de atingir 100% em qualidade.

Para uma indústria química não é exceção. Há intensa pressão para produzir com qualidade e baixos custos. Assim, o WCM, representado pela área de Excelência Operacional na Empresa X, propõe a ativação de pilares, programas e ferramentas capazes de elevar a *performance* de uma empresa.

Na Empresa X, a área de manutenção é o maior consumidor de atividade humana, sendo que entre 65% e 75% dos custos de manutenção são destinados aos colaboradores. Assim, qualquer aumento da produtividade dos colaboradores, através da melhoria dos processos existentes, como planejamento e programação, trará resultados significativos.

Neste contexto, a área de Excelência Operacional, através do programa de excelência para manutenção, propõe identificar a produtividade atual dos

colaboradores do time operacional e de supervisão e posteriormente, analisar potenciais de melhoria.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Propor a implementação de melhorias na área de manutenção de uma indústria química por meio da aplicação da ferramenta DILO e análise de *wrench time*.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Coletar dados em campo, através da ferramenta DILO, para as áreas de operação e supervisão da manutenção da Empresa X.
- Analisar os dados de 2016 compilados para as áreas de operação e supervisão, comparando com os dados e melhorias implementadas em 2015.
- Identificar potenciais de melhoria para as áreas de operação e supervisão da Empresa X.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

O tema proposto pode ser justificado pela crescente competitividade que as fábricas industriais vêm enfrentando a cada dia, fazendo com que as horas improdutivas tenham grande impacto sobre os custos e determinem sua posição no mercado. Deste modo, faz-se necessário buscar constantemente a melhoria contínua em seus processos, atingindo maior eficiência. O WCM, através do envolvimento de colaboradores de todos os níveis e departamentos de uma empresa, promove a melhoria contínua, eliminando todos os tipos de perdas e desperdícios do processo (ELPIDIO et al., 2012).

Na Empresa X, a área de manutenção é o maior consumidor de atividade humana, caracterizando-se então por uma área que possui diversos potenciais de

melhoria e eliminação de desperdícios. É neste contexto que este trabalho pretende atuar, através da intercessão e proposta de ferramenta pela área de Excelência Operacional, com o objetivo de buscar a diminuição dos desperdícios e alcançar maior eficiência do processo. A ferramenta proposta é a DILLO, a qual identificará o índice de produtividade de manutenção e servirá como base para identificar oportunidades de melhoria, a fim de diminuir as horas improdutivas do processo.

Portanto, evidencia-se a importância do tema e sua relação com Engenharia de Produção, uma vez que se faz necessária a aplicação de conhecimentos práticos sobre manutenção adquiridos durante o curso, os quais auxiliarão na tomada de decisão durante a implementação da ferramenta, para que as mesmas sejam capazes de melhorar a gestão e aumentar a competitividade da empresa.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 WCM (*WORLD CLASS MANUFACTURING*)

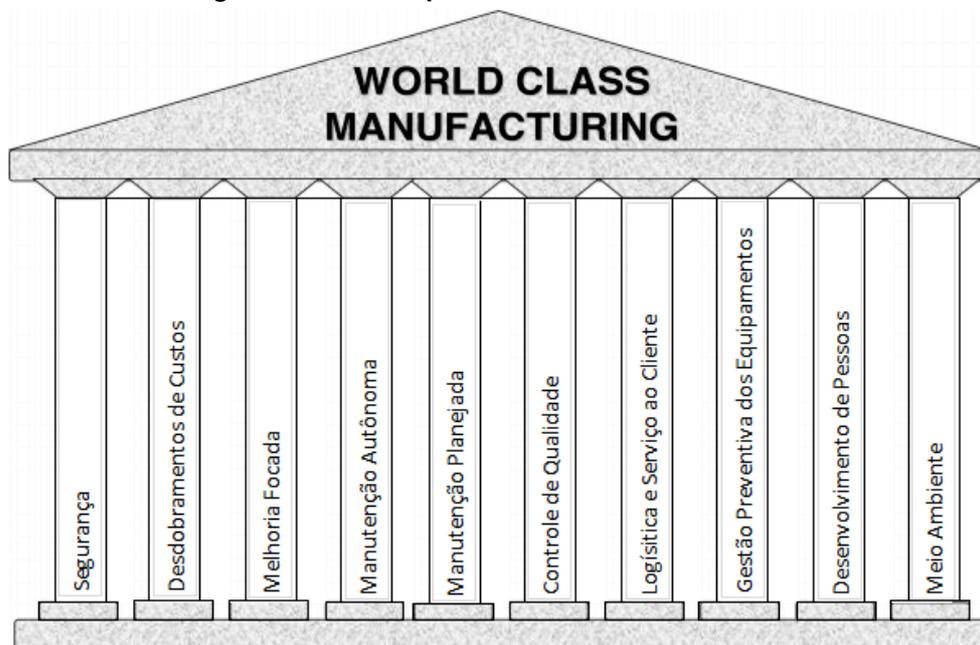
#### 2.1.1 Contextualização

Atualmente, o fornecimento de produtos de alta qualidade e a capacidade de um bom desempenho são essenciais para que as indústrias mantenham-se competitivas diante do mercado. Assim, objetivando-se alcançar uma alta *performance*, o termo *World Class* (Classe Mundial) surgiu. A percepção geral é que quando uma empresa é considerada *World Class*, é também considerada a melhor do mundo. No entanto, muitas empresas se declararam de Classe Mundial e então processos, metodologias e estratégias em comum, as quais tem como objetivo a eliminação dos desperdício e zero perdas, podem ser definidas como mandatos de classe mundial (FELICE; PETRILLO; MONFREDA, 2013).

*World Class Manufacturing* (WCM) é um sistema de produção estruturado e integrado que envolve todos os processos de fabricação e a mão de obra de uma organização, abrangendo desde o nível operacional da empresa até o nível estratégico. Esse sistema propõe metas para a melhoria contínua do desempenho de uma empresa, com o objetivo de eliminar desperdícios e perdas. O WCM é geralmente representado como um templo com dez pilares operacionais, os quais devem ser gerenciados de forma adequada para que o desempenho da empresa seja elevado a um padrão de classe mundial. Assim, são definidos também dez pilares gerenciais, os quais servirão como indicadores do comprometimento do setor operacional e estratégico da empresa durante para auxiliar os objetivos propostos por esse sistema (CORTEZ et al., 2010), os quais são: envolvimento da gerência, clareza de objetivos e indicadores chave de performance, cronograma e planejamento para o WCM, alocação de pessoas qualificadas para áreas modelo, envolvimento da organização, competência da organização em direção à melhoria, tempo e *budget*, nível de expansão, nível de detalhes e motivação dos colaboradores.

Os dez pilares operacionais podem ser visualizados na Figura 1:

**Figura 1- Pilares Operacionais do WCM**



**Fonte: Adaptado de Palucha, 2012.**

Segundo Palucha (2012), para se atingir o objetivo de fabricar produtos com maior qualidade e menores preços, os pilares operacionais devem ser considerados de modo que sejam interligados, porém são descritos e caracterizados individualmente. Seguem abaixo as descrições dos pilares operacionais:

- **Segurança:** tem como objetivo identificar os possíveis acidentes que podem vir a ocorrer no ambiente de trabalho, de modo que os mesmos sejam eliminados através da elaboração de ações preventivas e da contínua preocupação com o melhoramento da ergonomia local.
- **Desdobramentos de Custos:** consiste em elaborar um plano com o objetivo de identificar o potencial de redução de desperdícios nas atividades, avaliando-os de modo que métodos de eliminação sejam desenvolvidos, trazendo assim benefícios substanciais para a empresa.
- **Melhoria Focada:** é um pilar com o objetivo de eliminar os desperdícios identificados no pilar anterior, pois não geram valor agregado e não aumentam a competitividade do produto. Nesse pilar, ações corretivas são propostas de modo que levem a eliminação do desperdício.

- **Manutenção Autônoma:** é um pilar com o objetivo de desenvolver habilidades técnicas nos operadores, para que os mesmos possam se envolver efetivamente na identificação de problemas e manutenção das suas respectivas máquinas de operação. Assim, esse pilar se torna extremamente importante, pois os operadores se tornam capazes de identificar problemas em suas máquinas mais rapidamente, melhorando o sistema de produção global.
- **Manutenção Planejada:** tem como objetivo introduzir uma sistemática de manutenções preventivas, envolvendo algumas atividades como controle e análise de falhas, aumento da qualificação do setor de manutenção técnica, cooperação com membros responsáveis pela manutenção autônoma, entre outros.
- **Controle de Qualidade:** tem como objetivo fornecer produtos de qualidade aos clientes a um custo mínimo. A importância desse pilar decorre do fato de que os custos de um produto rejeitado aumentam consideravelmente as despesas de uma empresa.
- **Logística e Serviço ao Cliente:** o objetivo é melhorar o fluxo de materiais dentro da empresa, através da redução de estoque e minimização do deslocamento de materiais na planta.
- **Gestão Preventiva dos Equipamentos:** tem como objetivo prever os problemas que podem ocorrer, principalmente nas fases iniciais, de um equipamento. A implementação correta deste pilar possibilita otimizar e eliminar possíveis prejuízos decorrentes do período de inatividade do equipamento.
- **Desenvolvimento de Pessoas:** o objetivo é criar um sistema de capacitação de pessoas estruturado, de modo que cada colaborador desenvolva as competências e qualificações adequadas para sua respectiva posição. Além disso, é interessante documentar as habilidades operacionais de cada um de modo que os colaboradores de serviços técnicos possam treinar futuros iniciantes.
- **Meio Ambiente:** o décimo pilar tem como objetivo atender os requisitos ambientais através de atividades como implantação da ISO 14001, auditorias internas para verificar impactos sobre o meio ambiente, entre outros.

Para Yamashina (2007), uma empresa não consegue se tornar um concorrente de classe mundial apenas usando medidas de cortes de custos, pois não seria suficiente. Em vez disso, as empresas deveriam investir recursos nas áreas estratégicas para fortalecer suas vantagens competitivas. Por exemplo, ao se tratar de processo de fabricação, os investimentos da empresa deveriam ser direcionados para a melhoria da produtividade. Com tais medidas, o aumento do desempenho da fábrica e os cortes de custo são alcançados simultaneamente. Assim, a importância do WCM é justificada uma vez que esse sistema tem a capacidade de melhorar a produtividade da fábrica.

O WCM é baseado em algumas metodologias de fabricação japonesa como o *Just in Time* (JIT) e o *Total Productive Maintenance* (TPM). Tais metodologias tem a mesma importância, mas não tem uma relação clara e direta entre suas atividades e os benefícios gerados em relação aos custos. O WCM é capaz de identificar tal relação através do envolvimento do setor financeiro na avaliação dos benefícios gerados por cada melhoria alcançada no chão de fábrica (Sigismondi e Miatello, 2014).

### 2.1.2 Princípios do WCM

Para Felice, Petrillo e Monfreda (2013), o processo de alcançar o WCM tem um número de conceitos e metodologias que são similares a todas as empresas. Esses conceitos e metodologias são necessários uma vez que ajudam as empresas a se orientarem e a se planejarem estrategicamente. Ainda, é importante que os funcionários estejam familiarizados com esses métodos, pois a delegação de responsabilidades, envolvimento e formação são aspectos essenciais do WCM. Assim, de acordo com Sigismondi e Miatello (2014), existem sete princípios necessários para que a abordagem do WCM seja entendida. Os sete princípios para entender a abordagem do WCM são:

a. Perspectiva de visão:

A importância da perspectiva de visão decorre do fato que o diretor da equipe deve ter uma visão horizontal para identificar e priorizar as questões e problemas corretamente. Assim, a empresa deve ter um gerenciamento de dados adequado de modo a facilitar a coleta e análise das informações relacionadas à qualidade, segurança, custo, inventário e habilidades dos operários de modo a priorizar as questões de maior relevância para que especialistas foquem em suas respectivas áreas. É importante que durante a fase implantação os objetivos sejam claros, para que os resultados sejam avaliados de acordo com as metas.

b. Importância da visualização:

A visualização de um problema leva à ação, permite a compreensão detalhada de fenômenos e revela informações às pessoas envolvidas. Assim, esboços de maneira compreensível podem substituir informações que contenham grande quantidade de palavras. Portanto, para o WCM, é importante destacar qualquer anormalidade visualmente, de modo que qualquer pessoa dentro da empresa possa reconhecê-la.

c. Uso de métodos e ferramentas certas:

Deve-se escolher os métodos e ferramentas certas para cada anormalidade identificada, dependendo de qual fase o processo se encontra. Existem basicamente três níveis de contramedidas:

- Reativa: Após um evento ocorreu, contramedidas são tomadas.
- Preventiva: Contramedidas são tomadas para evitar a recorrência.
- Proativa: Com base na análise de risco teórico, contramedidas são tomadas para evitar que um problema ocorra.

d. Conceito do zero ótimo:

Deve-se estar ciente do esforço necessário para atingir zero defeitos, zero acidentes e zero quebras. O zero ótimo é uma mentalidade, ou seja, ao direcionar a zero pode-se realmente atingir o nível ideal, o qual requer lógica e detalhes.

e. Contramedidas contra as causas e não contra os sintomas:

Tradicionalmente, tem-se a tendência de tirar conclusões precipitadas com base na experiência e não na análise de dados. Esta abordagem nunca atinge as reais causas de um problema, fazendo com que tal anormalidade tenha grande probabilidade de ocorrer novamente.

Para descobrir a causa raiz real de um problema, grande esforço e conhecimento técnico são necessários, porém a recompensa agrega bastante valor a empresa.

f. Orientado ao detalhe:

Parte-se do mesmo princípio do WCM de que a visão horizontal é importante. A atenção aos detalhes é capaz de revelar e destacar a principal causa dos problemas, orientando os responsáveis a escolha de métodos adequados para eliminar tais anormalidades.

g. Tempo real:

O tempo entre falhas e sua resolução é um sinal da capacidade de produção de uma fábrica. Desta forma, quanto mais curto o tempo, maior é a capacidade. Em uma fábrica de classe mundial, as perdas devem ser medidas imediatamente (tempo real) e de forma contínua, para que medidas preventivas sejam tomadas rapidamente.

### 2.1.3 Ferramentas do WCM

De acordo com Felice, Petrillo e Monfreda (2013), o WCM exige que todas as decisões sejam tomadas baseando-se em análises. Partindo desse princípio, ferramentas como histogramas, listas de verificação e diagramas de dispersão são utilizados para uma análise mais rica em detalhes. Ainda, é possível inferir que mais de uma ferramenta deve ser utilizada para atingir o desempenho de classe mundial e conseguir abordar todos os componentes do sistema de produção.

Sigismondi e Miatello (2014) definem seis ferramentas, as quais não são as únicas, porém representam a base do que deve ser praticado no WCM, e tem a capacidade de eliminar continuamente o desperdício e melhorar a produtividade local. As seis ferramentas podem ser encontradas abaixo:

#### a. Priorização:

As empresas devem ser capazes de priorizar os problemas mais críticos e graves, considerando que cada área requer o uso de uma diferente ferramenta de priorização. Entre as ferramentas, pode-se citar a classificação ABC, o Diagrama de Pareto, a estratificação e o mapeamento do fluxo de valor. Uma atividade do WCM deve iniciar de maneira clara e o uso da ferramenta correta contribui para um maior entendimento dos dados.

#### b. Implantação lógica, sistemática e detalhada:

Os objetivos devem ser claramente implantados e as atividades de cada pilar devem ser estruturadas de forma sistemática seguindo o ciclo PDCA. Assim, todos os projetos do WCM devem ser seguidos com o objetivo definido.

#### c. Descrição do problema com esboços:

A visualização é um grande facilitador para a resolução de problemas. Para realmente entender um problema, é necessário entender os fenômenos por trás

dele, resultando na redução do tempo da resolução do mesmo. Esta é a razão para qual um bom entendimento por meio de desenhos é tão importante: ele torna a resolução de problemas mais eficaz. Assim, a cultura do esboço deve ser apoiada como forma de melhorar a eficácia do compartilhamento de informações.

d. 5W + 2H com os princípios 5G:

O WCM é baseado em fatos, portanto a coleta de informações em uma fábrica deve ser realizada de uma forma estruturada. Para tal, as ferramentas 5W + 2H e 5G são utilizadas.

A metodologia 5W2H tem origem nos termos *What* (o que), *Who* (quem), *Why* (por que), *Where* (onde) *When* (quando), *How* (como) e *How Much* (quanto). Através das perguntas simples propostas pelo 5W2H, realiza-se então um mapeamento das atividades.

A metodologia 5G tem como objetivo estabelecer disciplina na sequência das atividades. Assim, a ferramenta consiste em:

- *Gemba*: local onde o problema ocorre;
- *Gembutsu*: examinar materiais envolvidos no problema;
- *Genjitsu*: descrição precisa e quantificada do problema;
- *Genri*: princípios mecânicos e físicos que regem a operação;
- *Gensoku*: Padronização da operação.

e. Análise da Causa Raiz:

Aplicar o WCM envolve chegar à causa raiz de todos os problemas. Assim, diferentes metodologias e técnicas podem ser aplicadas dependendo do tipo de complexidade do problema. O 5W2H é uma ferramenta comumente utilizada para chegar às caudas dos problemas.

f. TWTP (*The Way To Teach People*) + HERCA (*Human Error Root Cause Analysis*)

De acordo com o professor Yamashina (2007), os seres humanos são falíveis e estudos devem ser realizados para compreendê-los. Assim, medidas defensivas devem ser tomadas a fim de reconhecer as causas do erro humano. Na abordagem convencional, cada vez que há um erro humano, a tendência é resolvê-lo através de treinamentos, sem investigar os fenômenos que existem por trás do problema. Assim, o TWTP (“O modo de ensinar pessoas”) é uma ferramenta para compreender as causas do erro humano, a qual consiste em um formulário que contém simples perguntas para verificar o conhecimento e competência do operador.

A ferramenta HERCA também consiste em um formulário que é aplicado posteriormente ao TWTP. Essa ferramenta é capaz de sugerir as contramedidas adequadas contra a causa identificada. Assim, o objetivo do WCM, através dessas metodologias, consiste em buscar uma solução técnica contra o erro humano.

#### 2.1.4 Passos de Implementação

De acordo com Sigismondi e Miatello (2014), O WCM propõe uma sequência lógica de atividades que devem ser implantadas desde a fase reativa, ou seja, a resolução de um problema através da aplicação de contramedidas, até a fase proativa, na qual os princípios do WCM já são implantados para o *design* de novas linhas e equipamentos com o objetivo de prevenir que graves eventos ocorram. Ainda, entre as fases reativa e proativa, existe a fase preventiva, na qual medidas são tomadas para evitar a recorrência de um problema. Todos os pilares técnicos do WCM, mostrados no item anterior, foram desenvolvidos através dessa mesma sequência lógica de atividades.

## 2.2 MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

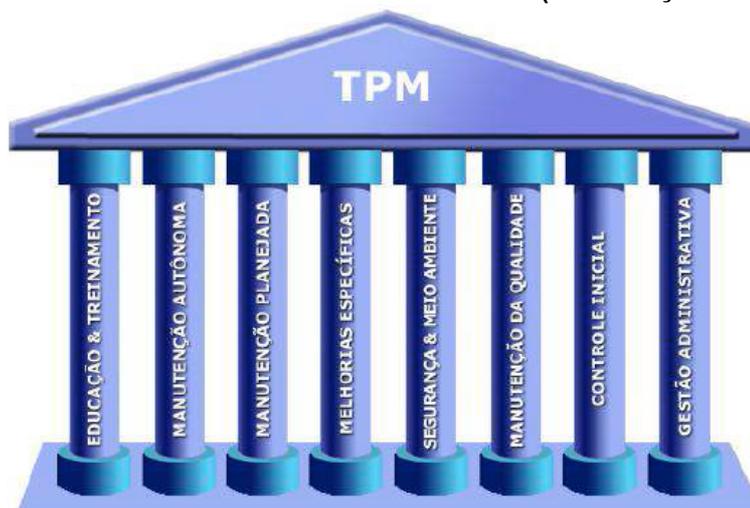
### 2.2.1 Visão Geral da Manutenção Produtiva Total

Kardec e Ribeiro (2002) definem a Manutenção Produtiva Total como um sistema que congrega a participação de todos os funcionários da empresa e engloba todo o ciclo de vida útil do equipamento, com o objetivo de obter quebra zero dos equipamentos e simultaneamente perdas zero no processo.

Para Takahashi & Osada (1993), “a MPT está entre os métodos mais eficazes para transformar uma fábrica em uma operação com gerenciamento orientado para o equipamento, coerente com as mudanças aceleradas da sociedade contemporânea”. Isto é, através dos avanços tecnológicos, foi possível simplificar e aperfeiçoar os processos de manufatura nas fábricas, porém os equipamentos tornaram-se mais complexos e com maior quantidade de peças e componentes, dificultando a manutenção e prevenção de situações indesejáveis em equipamentos. Assim, com a evolução da mecanização, torna-se necessário a crescente atenção à mecanização, uma vez que esta influi decisivamente na qualidade, quantidade e custo de um produto.

Segundo Nogueira *et al.* (2012, *apud* Pinto e Xavier, 2007), existem oito pilares que devem ser executados para suportar a MPT. Tais pilares podem diferenciar em relação à nomenclatura, porém não divergem em seus princípios em metas. Os pilares da MPT podem ser visualizados na Figura 2.

**Figura 2 - Os Pilares da Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total)**



Fonte: Adaptado de Nogueira et al. (2012)

Através da execução dos pilares propostos, busca-se alcançar a maximização do rendimento e a eliminação de perdas de um processo (KARDEC; RIBEIRO, 2002).

### 2.2.2 Pilares da Manutenção Produtiva Total

- Educação e Treinamento

Para Suzuki (1994), o pilar de educação e treinamento é a garantia de que os outros pilares alcancem o sucesso. Assim, educação e treinamento são atividades essenciais para a implementação da MPT, uma vez que a efetividade do programa depende do nível de compreensão e aquisição das operações e habilidades de manutenção por parte dos colaboradores. Para Dunetz (2014), o treinamento dos operadores é essencial, uma vez que é capaz de torná-los ativos no processo da manutenção, contribuindo para uma melhoria contínua no rendimento da produção, além de aumentar a confiabilidade de seus respectivos equipamentos.

Segundo Sharma et al. (2012), diversos métodos de condução de treinamento foram discutidos, porém a OPL (lição de um ponto) tem se demonstrado bastante eficaz. Robinson e Ginder (1995) definem a lição de um ponto uma atividade de curta duração, a qual o time foca em um aspecto único de um equipamento com o objetivo de solucionar um problema.

- Manutenção Autônoma

A manutenção autônoma consiste em atribuir uma parcela da responsabilidade da manutenção dos equipamentos aos operadores, tornando-os habilidosos ao inspecionar e detectar problemas em máquinas e induzindo o sentimento de zelo dos mesmos pelos equipamentos (SALTORATO; CINTRA, 1999).

Para Kardec e Ribeiro (2002), a necessidade desse sistema de manutenção é decorrente da crescente automatização de equipamentos, a qual torna mais

complexa a identificação de defeitos pelos operários, retardando a resolução desses problemas. Além disso, equipamentos gastos e o acúmulo de sujeira influenciam diretamente na qualidade do produto, fazendo com que o acompanhamento constante da saúde da máquina seja uma ferramenta significativa no chão de fábrica. Assim, capacitar os operários torna-os aptos para identificar problemas, que se detectados na fase inicial, contribuem para o combate a possíveis problemas futuros.

- Manutenção Planejada

Para Suzuki (1994), execução da manutenção planejada estabiliza e mantém as condições dos processos e o estado ótimo do equipamento. A manutenção planejada pode ser definida como um Sistema que é capaz de alcançar zero falhas, zero defeitos e zero anormalidades, além de aumentar qualidade de manutenção dos técnicos e a disponibilidade do equipamento. A mesma possui diversas formas que quando aplicadas podem diminuir significativamente as tarefas de manutenção.

- Melhorias Específicas

As melhorias específicas abrangem atividades que ajudam a maximizar a eficiência global do equipamento e dos processos, otimizando o índice de desempenho da planta através da eliminação de perdas (SUZUKI, 1994). Para Leflar (2001), a substituição de um equipamento deve ocorrer apenas no momento em que a tecnologia do mesmo torna-se obsoleta e não quando o equipamento foi desgastado e deteriorado por um baixo desempenho. Assim, é de responsabilidade dos agentes de manutenção manusear o equipamento de forma que o melhor desempenho seja alcançado, resultando em uma maior produtividade no chão de fábrica. Logo, a melhoria contínua, com foco nos defeitos e na elaboração de melhorias específicas, é o caminho para alcançar grandes resultados no desempenho dos equipamentos (SHIROSE, 1996).

- Segurança e Meio Ambiente

Garantir a confiabilidade do equipamento, evitar erros humanos e eliminar acidentes e poluição são os grandes objetivos da MPT (SUZUKI, 1994). Assim, faz-se necessário implementar um pilar que tem como objetivo ter zero incidentes de segurança e meio ambiente através da identificação prévia e eliminação dos mesmos.

Para Suzuki (1994), algumas atividades da MPT estão intimamente conectadas com a otimização dos índices de segurança e meio ambiente. A manutenção autônoma é um exemplo, pois desenvolve nos agentes de manutenção o sentimento de zelo pelo equipamento e pelo ambiente de trabalho, ajudando a manter um chão de fábrica mais organizado e com menores possibilidades de acidentes.

- Manutenção da Qualidade

O objetivo do pilar da manutenção da qualidade é integrar e executar metodologias e estruturas dentro dos pilares de melhorias específicas, manutenção autônoma, manutenção planejada e controle inicial. Nesse sentido, as metodologias de qualidade terão como objetivo suportar e dar continuidade ao programa de redução de defeitos nesses pilares (SHIROSE, 1996).

- Controle Inicial

Para Shirose (1996), o ciclo de vida de um equipamento é dividido nas fases de especificação, projeto, fabricação, instalação, partida, operação e substituição. O controle inicial consiste nas atividades que acontecem entre as fases de projeto e partida e tem como objetivo alcançar não apenas a confiabilidade e manutenção do equipamento, mas também a redução de possíveis perdas que afetem a eficiência do sistema de produção (SUZUKI, 1994).

- Gestão Administrativa

A implementação da MPT requer que todos os departamentos estejam alinhados, incluindo as atividades de administração que suportam os processos de manutenção. Na MPT, a gestão administrativa inclui as atividades que melhoram

continuamente a eficiência e eficácia das atividades de administração e logística. Essas atividades focam na identificação e eliminação de perdas no sistema de administração, para que os resultados de manutenção sejam alcançados através do caminho mais eficiente (SUZUKI, 1994).

### 2.2.3 Indicador de Desempenho – OEE (Overall Equipment Effectiveness)

Na abordagem do *World Class Manufacturing* (WCM), o foco é a melhoria contínua. À medida que as empresas vão se adaptando e se familiarizando com esse método, começa a existir a necessidade das mesmas checarem sua *performance*. Medidas convencionais não são válidas para medir as práticas do WCM, pois são baseadas em conceitos tradicionais que contradizem a melhoria contínua, como por exemplo, a falta de relação com a estratégia da empresa (FELICE; PETRILLO; MONFREDA, 2013). Porém, é necessário medir e acompanhar a *performance* da empresa e então, indicadores e ferramentas adequadas devem ser utilizadas.

Monteiro *et al.* (2012) define o OEE como uma ferramenta capaz de avaliar as melhorias alcançadas através da manutenção autônoma, apresentando à empresa as reais condições da utilização de seus equipamentos.

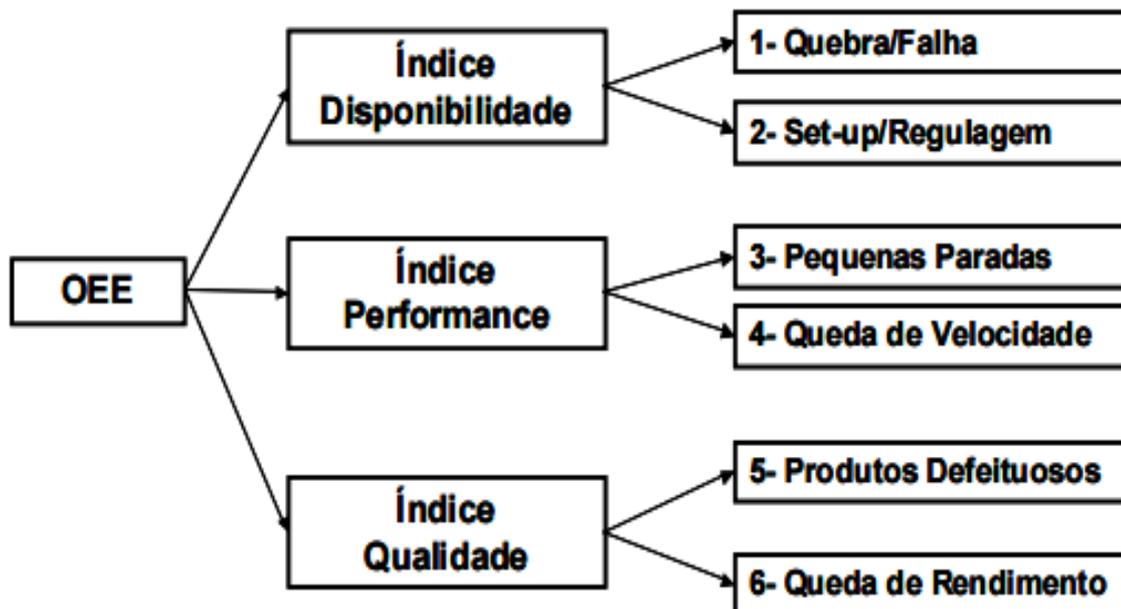
Segundo Ribeiro *et al.* (2010), a análise do indicador OEE ocorre a partir de três componentes:

- Disponibilidade: “Capacidade de um item estar em condições de executar certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado” (ABNT NBR 5462 – Confiabilidade e Manutenibilidade);
- Eficiência de Performance: visa a máxima utilização do equipamento. Assim, busca-se eliminar paradas eventuais ou reduções de velocidade.
- Taxa de Qualidade: relação entre o número de produtos sem defeitos e o total de produtos fabricados.

Segundo Amorim (2009, *apud* Ribeiro *et al.*, 2010), o OEE é um medidor tridimensional de desempenho, uma vez que considera os três aspectos mencionados acima.

Ainda, de acordo com Nakajima (1989), os componentes do OEE podem ser relacionados com as seis grandes perdas, como são mostrados na Figura 3.

Figura 3 - Relação entre as seis grandes perdas e componentes do OEE



Fonte: Chiaradia (2004)

Para Nakajima (1989), o ideal é alcançar um OEE com valor de 85%. Assim, para que essa meta seja atingindo, é necessário atingir índices para disponibilidade, performance e qualidade de 90%, 95% e 99% respectivamente.

## 2.3 WRENCH TIME E DILO

### 2.3.1 Contextualização

Atualmente, alcançar a excelência nos processos de manutenção tem se tornado essencial para a gestão e funcionamento da manutenção (MIKES, 2007). Segundo Claire e Alain (2013), na maioria das plantas, o departamento de manutenção é o maior consumidor de atividade humana, fazendo com que entre 65% e 75% dos custos de manutenção sejam destinados a mão de obra. Logo, qualquer melhoria na produtividade da mão de obra de manutenção, especialmente nos processos como planejamento e programação, irá permitir ao gerente alcançar resultados e potenciais expressivos para sua equipe, como por exemplo o redimensionamento da equipe, com uma carga de trabalho uniforme e, uma redução nos atrasos de atendimento.

Nesse contexto, múltiplas ferramentas foram desenvolvidas com o objetivo de auxiliar os gerentes de manutenção a analisar profundamente a *performance* de suas equipes em suas plantas. Para fornecer avaliações corretas dos potenciais de melhoria, ferramentas como a observação de pessoas e atividades devem ser conduzidas no dia a dia da empresa. Essa observação é o que pode ser chamada de “Análise *Wrench Time*” (MIKES, 2007).

Segundo Claire e Alain (2013), algumas experiências em indústrias mostram que a média de análises *wrench time* encontradas varia entre 25 a 35%. Melhorias no planejamento e programação podem aumentar a taxa até 50%, o que significaria um aumento em duas vezes a produtividade da mão de obra. Logo, o trabalho de 30 colaboradores seria equivalente ao de 60 colaboradores, representando uma melhora significativa.

### 2.3.2 *Wrench Time*

Smith (2012) define *wrench time* como o tempo em que o operador de manutenção está realizando atividades que agregam valor ao trabalho. O objetivo da análise é identificar as atividades que não agregam valor para que as mesmas sejam eliminadas ou minimizadas.

Para Palmer (2006), *wrench time* é a medida do tempo em que os operadores da manutenção estão trabalhando usando suas ferramentas em seus respectivos postos de trabalho. Assim, o *wrench time* não contabiliza o deslocamento até o devido posto de trabalho ou então, a procura por peças, ferramentas e instruções de trabalho. Ainda, o *wrench time* não inclui o tempo em que o operador recebe sua atividade e o tempo de intervalo.

Especialistas de manutenção tem observado um baixo desempenho nos níveis de manutenção em várias indústrias, indicando que a média de *wrench time* nas indústrias tem variado de 30% a 50%. Assim, este tempo representa o tempo produtivo real que os técnicos se dedicam no reparo e substituição de equipamentos. A outra parte do tempo é então representada por deslocamento, espera por materiais, recebimento de instruções e outras atividades (BERGER, 2006).

Segundo Taylor (2012), simplificar as atividades de planejamento e programação das ordens de trabalho da manutenção de uma indústria é o caminho para otimizar as operações de manutenção e alcançar níveis maiores de *wrench time*. Planejar e programar pode aumentar um *wrench time* que tem média de 25% a 35% para índices maiores que 50% (PALMER, 2006). Indústrias que são consideradas *world class* (ordem mundial) apresentam índices de *wrench time* entre 55% e 65% (SMITH, 2012).

Na Indústria de energia, algumas práticas classificam o *wrench time* como típico, bom e de classe mundial. Indústrias com *wrench time* típico são aquelas que mantêm o padrão de sua manutenção por anos, sem mudanças e sem medição de do índice de produtividade, obtendo um *wrench time* entre 25 e 35%. Já as indústrias que tem *wrench time* bom, ou seja, entre 35% e 45%, já tem medição do *wrench time* e tem foco em seu respectivo planejamento. Para as indústrias de índice de produtividade de classe mundial, atingindo 65%, a mudança é mais comportamental, com o empoderamento da força de trabalho, manutenção computadorizada e partes pré-separadas (STEINHUBL et al., 2009).

Segundo Harrison (2012), as etapas para realizar um estudo de *wrench time* são basicamente:

1. Estabelecer o padrão, o escopo e as limitações do estudo;
2. Selecionar quais categorias serão selecionadas para análise;
3. Coletar dados suficientes através de uma ferramenta;
4. Analisar os resultados, verificando em onde existe um potencial de ganho no *wrench time*;
5. Propor uma estratégia de melhoria.

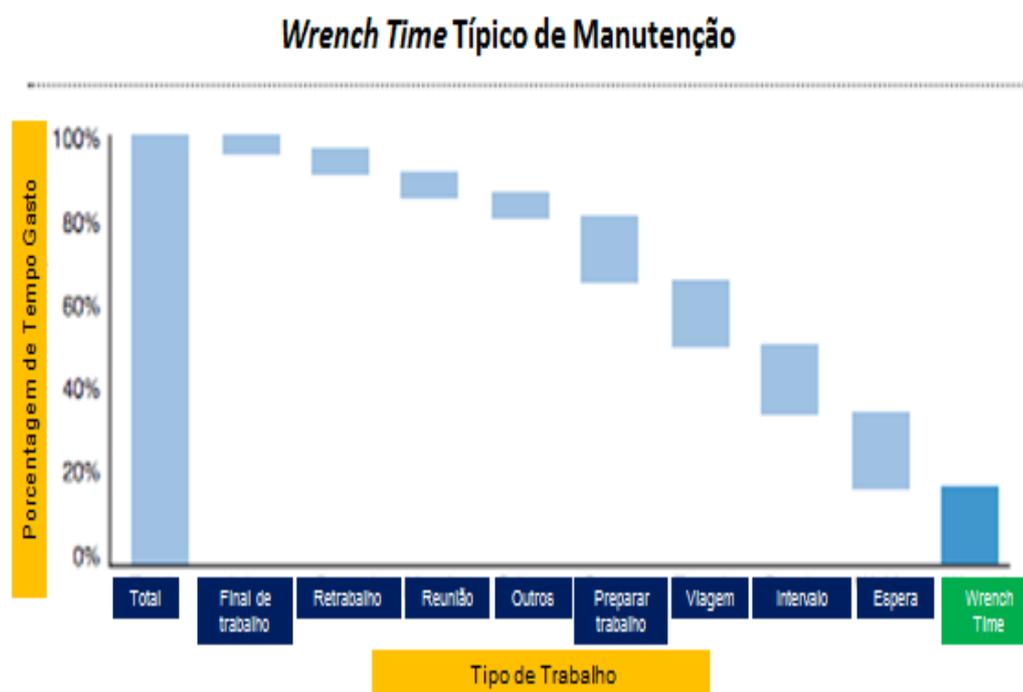
Para Smith (2012), um dos princípios do estudo é identificar o impacto das seguintes atividades no tempo produtivo:

- Deslocamentos no local e trabalho;
- Planejamento: espera por peças e pessoas;
- Treinamento técnico e de segurança;
- Reuniões;
- Trabalho em ativos;

- Intervalos, como almoço e pausas;
- Esperas em geral, como esperas pelo supervisor ou produção;
- Tarefas administrativas.

Para Steinhubl et al. (2009), existe um certo padrão para as atividades de manutenção. O tempo de trabalho em ativos, que corresponde ao índice de produtividade, corresponde geralmente a apenas 20% do turno do trabalhador. Já o tempo de espera, intervalos, deslocamento e planejamento são bastante significativos em relação ao tempo de trabalho em ativos, correspondendo cada um de 15% a 20% da jornada de trabalho. Os tempos de encerramento de trabalho, retrabalho, reuniões e outros, que incluem tempo para água, banheiro e conversas não relacionadas ao trabalho, também foram analisados, porém representam uma pequena parcela da jornada de trabalho. Os seguintes índices podem ser observados na Figura 4.

Figura 4 - *Wrench time* típico de manutenção



Fonte: Steinhubl et al. (2009)

Segundo Claire e Alain (2013), as atividades que não são classificadas como índice de produtividade podem ser divididas em duas categorias:

- Tempo produtivo: também são as atividades chamadas de atividades incidentes, as quais são necessárias para completar o trabalho de manutenção, porém não agregam valor. Estas atividades podem ser reuniões, planejamento, atividades administrativas, tempo para resolução de problema e deslocamento.
- Tempo não produtivo: são as atividades que não são classificadas como *wrench time*, não são necessárias para concluir o trabalho de manutenção e não agregam valor, como intervalos, retrabalho e outros.

Para Harrison (2012), a abordagem adequada para a realização deste estudo é a ferramenta *Day in The Life Of* (DILO), que significa “um dia na vida de”, a qual é capaz de analisar cada uma das atividades de manutenção e será apresentada no tópico seguinte.

### 2.3.3 DILO (Day In Life Of)

Onofrejová (2014) define o DILO como o método capaz de analisar o processo de alguma pessoa ou circunstância, com o objetivo de identificar erros no processo e seu respectivo impacto na atividade. Um observador acompanhará o operador envolvido no processo durante o dia todo. Através dessa observação, o grande objetivo é encontrar oportunidades para melhoria.

Para Andler (2011), este método pode ser classificado como uma observação direta uma vez que observa em tempo real a jornada de trabalho dos operadores, gestores ou de um trabalhador individual. Logo, a observação DILO é a ferramenta ideal para adquirir entendimento do negócio, das atividades e dos colaboradores.

Neste contexto, o DILO também pode ser considerado o estudo que avalia o quão bem uma planta está operando em termos de logística, *layout*, *set up* e alocação de recursos. Assim, a ferramenta ajuda a identificar os principais desperdícios e oportunidades de melhoria, que provavelmente estarão relacionados com a utilização de materiais, perda de tempo produtivo, eficiência, qualidade e custo (O'CONNOR; SWAIN, 2013).

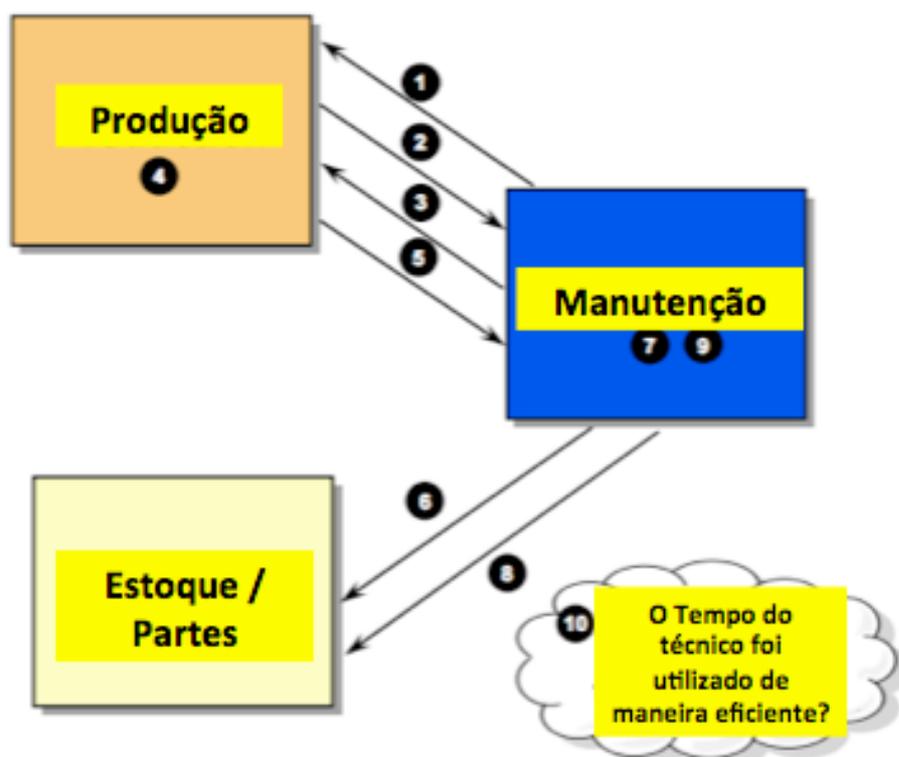
Berger (2012) fornece um exemplo de aplicação de DILO para um técnico de manutenção. A sequência cronológica das atividades pode ser observada na Figura 5. Ao analisar minuciosamente a ordem e necessidade das atividades, obtém-se a Figura 6, a fim de demonstrar o excesso de deslocamentos do técnico e questionar se a ordem de seu trabalho foi realizada de maneira eficiente.

**Figura 5 - Aplicação de DILO para técnico de manutenção**

Passo	Horário	Atividade
1	7:04 AM	Técnico recebe ordem de trabalho de PM
2	7:10 AM	Recebe a informação de que o equipamento está indisponível para PM
3	7:14 AM	Técnico escolhe outra ordem de trabalho
4	7:20 AM	Esta parte do equipamento está sendo utilizada
5	7:28 AM	Técnico encontra uma empilhadeira desocupada, empilhadeira é levada à oficina
6	7:31 AM	Técnico pega partes necessárias para a ordem de trabalho
7	7:33 AM	Técnico começa serviço
8	7:39 AM	Técnico é solicitado para ajudar outros
9	7:41 AM	Retorna ao serviço de PM
10	8:17 AM	Ordem de trabalho é completa

Fonte: Berger (2012)

**Figura 6 - Análise de aplicação de DILO para técnico de manutenção**



Fonte: Berger (2012)

Ao analisar a relação entre as atividades descritas na Figura 5 e os deslocamentos apresentados na Figura 6, observa-se que o tempo técnico não foi utilizado de maneira eficiente. A falta de planejamento e preparação foi evidenciada pela indisponibilidade do equipamento no qual o operador de manutenção iria atuar. Uma otimização no planejamento e preparação destas atividades acarretaria em um aumento no índice de produtividade do operador.

Para Mikes (2007), o ponto crucial é, uma vez com os dados coletados, decidir o próximo passo. Indiferentemente do trabalho observado, é necessário ter o entendimento das atividades que agregam valor e as que não agregam valor. Uma vez definidas, o ponto é que a maioria das indústrias tem dificuldade de compreender quais os passos para reduzir ou eliminar as atividades identificadas. Primeiramente, nem todas as atividades que não agregam valor podem ser eliminadas, pois são necessárias para completar o trabalho de manutenção (CLAIRE; ALAIN, 2013).

De acordo com Mikes (2007), outros pontos a se considerar é que qualquer oportunidade melhoria na área de manutenção irá requerer a colaboração de outros departamentos e que ao decidir sobre a priorização das oportunidades de melhoria, deve-se refletir sobre o real valor dessa oportunidade. Por exemplo, ao refletir sobre a necessidade de eliminar um desperdício de um processo que só ocorre a cada 4 anos, deve-se pensar primeiramente sobre a real necessidade deste processo.

Assim, todos os envolvidos no processo devem estar a par dos pontos mencionados para que a etapa de identificar as melhorias seja realizada de modo a aumentar as atividades que agregam valor e de modo alinhado entre os membros da organização.

### 3 METODOLOGIA

Segundo Gil (1994), é necessário identificar os métodos técnicos e mentais que possibilitam considerar um conhecimento como científico, determinando assim a metodologia e suas respectivas etapas para chegar a um conhecimento. Atualmente, há uma vasta diversidade de métodos científicos que podem ser adotados em uma pesquisa e assim, tornando-se necessário classificá-los.

De acordo com Cervo e Brian (2002), as pesquisas científicas podem ser classificadas quanto à natureza, à abordagem do problema, aos objetivos e aos procedimentos técnicos.

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

##### 3.1.1 Quanto à Natureza

Classifica-se como pesquisa aplicada, pois contribui para fins práticos, gerando conhecimento através da aplicação da mesma.

##### 3.1.2 Quanto à Abordagem do Problema

Classifica-se como pesquisa combinada, ou seja, o problema é abordado de maneira qualitativa – quantitativa. Apesar de ser combinada, a pesquisa é desenvolvida separadamente em seus aspectos quantitativos e qualitativos. A primeira fase, caracterizada pela identificação e classificação das atividades através da ferramenta DILO pode ser classificada como qualitativa, pois não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas e tem o ambiente como a fonte principal da coleta de dados. Por outro lado, a fase de compilação dos dados pode ser classificada como quantitativa, pois é traduzida em número para uma análise posterior.

### 3.1.3 Quanto aos Objetivos

Classifica-se como pesquisa exploratória, pois envolve o levantamento bibliográfico em uma área na qual há pouco conhecimento científico para que então, hipóteses possam ser construídas.

### 3.1.4 Quanto aos Procedimentos Técnicos

Classifica-se como estudo de caso, pois foca no estudo de um objeto específico, de maneira a desenvolver maior conhecimento sobre o mesmo.

## 3.2 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

### 3.2.1 Local

O presente estudo será realizado em uma indústria química, denominada Empresa X, a qual está presente no Brasil desde 1919. Atualmente, no Brasil, seis unidades industriais e um centro de pesquisa e inovação podem ser encontradas no Estado de São Paulo, porém a unidade de estudo consiste na área de manutenção de uma indústria química localizada em Paulínia – SP.

Ao longo desses anos, a empresa se tornou uma referência em inovação no setor de indústrias químicas, proporcionando soluções sustentáveis e enfrentando os crescentes desafios ambientais, como escassez de recursos e mudanças climáticas. A Empresa X está presente em uma infinidade de aplicações que fazem parte da nossa rotina, atendendo diversos mercados, desde o automotivo até têxtil e cuidados pessoais. Assim, a empresa inova cada vez para atender novos consumidores, que demandam crescentemente atenção especial à saúde e bem estar.

A empresa tem um portfólio focado em diversas inovações, as quais são todas alinhadas com o propósito do Grupo em desenvolver a química do futuro. Além disso, a Empresa X é reconhecida por seu conjunto de ferramentas e

habilidades nas áreas de excelência operacional, qualidade, segurança e meio ambiente, além de atenção especial a comunidade.

A aplicação da ferramenta DILO e análise do *wrench time* é uma ação que se enquadra dentro do contexto da área de Excelência Operacional da empresa. Por esse motivo, a área de Excelência Operacional e seu programa específico para manutenção serão introduzidos, uma vez que a área de manutenção consiste no setor no qual a ferramenta será aplicada.

### 3.2.2 Empresa X e World Class Manufacturing

Atualmente, a área de *World Class Manufacturing* da Empresa é chamada de Excelência Operacional, porém contempla os mesmos princípios e pensamento lógico que o WCM propõe.

A missão da área de Excelência Operacional é suportar a melhoria contínua das operações da empresa, especialmente na produção, manutenção, logística e qualidade da indústria, com foco em:

- Melhoria do custo fixo;
- Melhoria do custo variável;
- Melhoria do OEE;
- Melhoria da qualidade;
- Gestão dos estoques e otimização dos inventários.

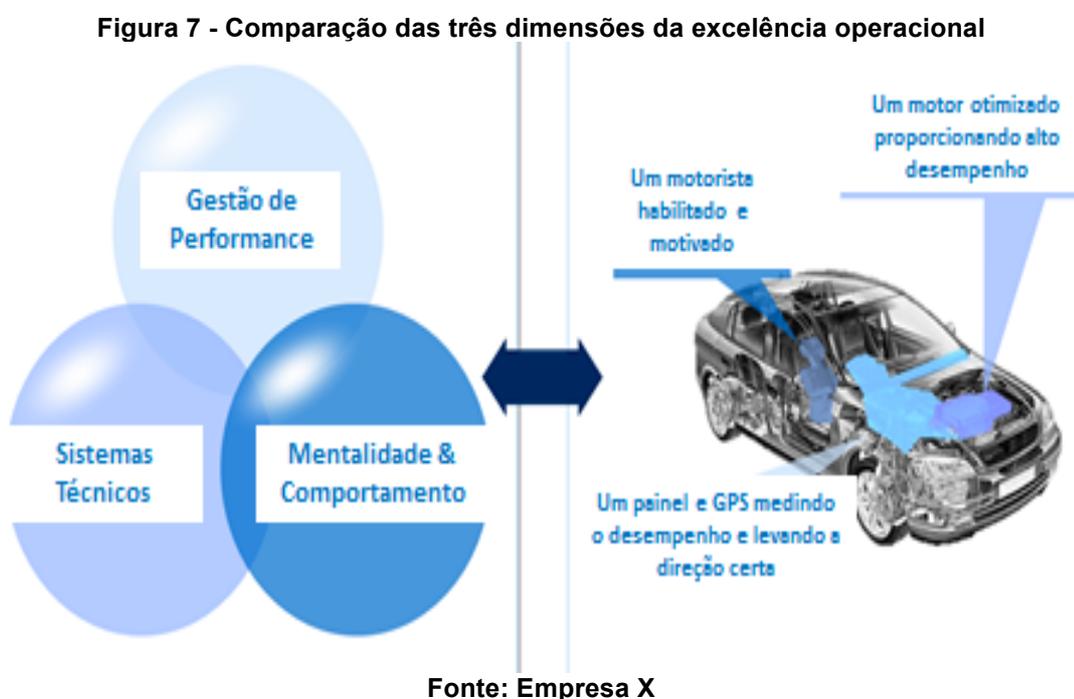
Assim, com o objetivo de suportar tais melhorias, métodos e ferramentas são desenvolvidos.

Ainda, a área de Excelência Operacional tem a missão de realizar o *networking* e comunicação para compartilhar boas práticas que tem sido realizadas, além de implementar a cultura de melhoria contínua e excelência alinhada com o modelo de gestão de pessoas.

A abordagem da Excelência Operacional nas áreas na Empresa X é realizada em três dimensões, para que uma transformação profunda possa ser alcançada. Estas áreas são:

- *Performance Management* (Gestão de Desempenho): estrutura formal, processos e sistemas que levam a gestão do sistema operacional e os objetivos do negócio;
- *Technical System* (Sistemas Técnicos): A maneira com que os ativos e recursos são configurados e otimizados para criar valor e minimizar perdas;
- *Mindset & Behaviours* (Mentalidade e Comportamentos): Maneira com que as pessoas pensam, sentem e se comportam no ambiente de trabalho, individualmente e coletivamente.

Por exemplo, se as três dimensões forem comparadas ao funcionamento de um carro, a gestão de *performance* seria realizada através do painel e de um GPS que indicaria a direção certa e o sistema técnico seria alcançado através de um motor eficiente que apresentasse um bom desempenho. A parte de mentalidade & comportamento estaria relacionada com a motivação e habilidade do motorista ao conduzir o respectivo carro. Essa comparação pode ser visualizada e compreendida com mais clareza na Figura 7.



Para suportar a transformação das áreas e a implementação da cultura de melhoria contínua, alguns programas de excelência são criados para cada área. O

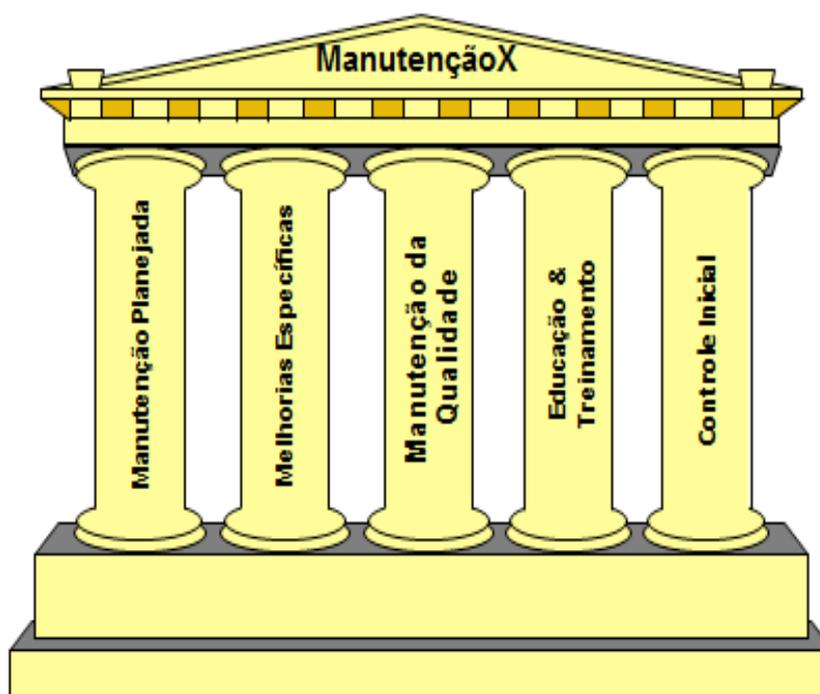
presente estudo dará foco ao programa de excelência de manutenção, o qual será denominado ManutençãoX.

### 3.2.3 ManutençãoX

O programa ManutençãoX é o sistema da EmpresaX para conduzir cada zona industrial rumo a excelência na manutenção. O objetivo do programa é proporcionar aos agentes da função de manutenção os meios para estabelecer um diagnóstico, definir objetivos de progresso e estabelecer e argumentar um plano de ação através do aprimoramento contínuo. Além disso, o programa busca controlar os riscos de QHSE (qualidade, saúde, segurança e meio ambiente), a preservação do valor dos ativos, o risco regulamentar e o risco de quebra dos equipamentos. Dentro desse contexto, o programa busca desenvolver o desempenho industrial através da otimização dos recursos e do aprimoramento do OEE e a redução de sua variabilidade.

O programa ManutençãoX busca atingir a excelência na manutenção através de 5 pilares da MPT, o quais podem ser visualizados na Figura 8.

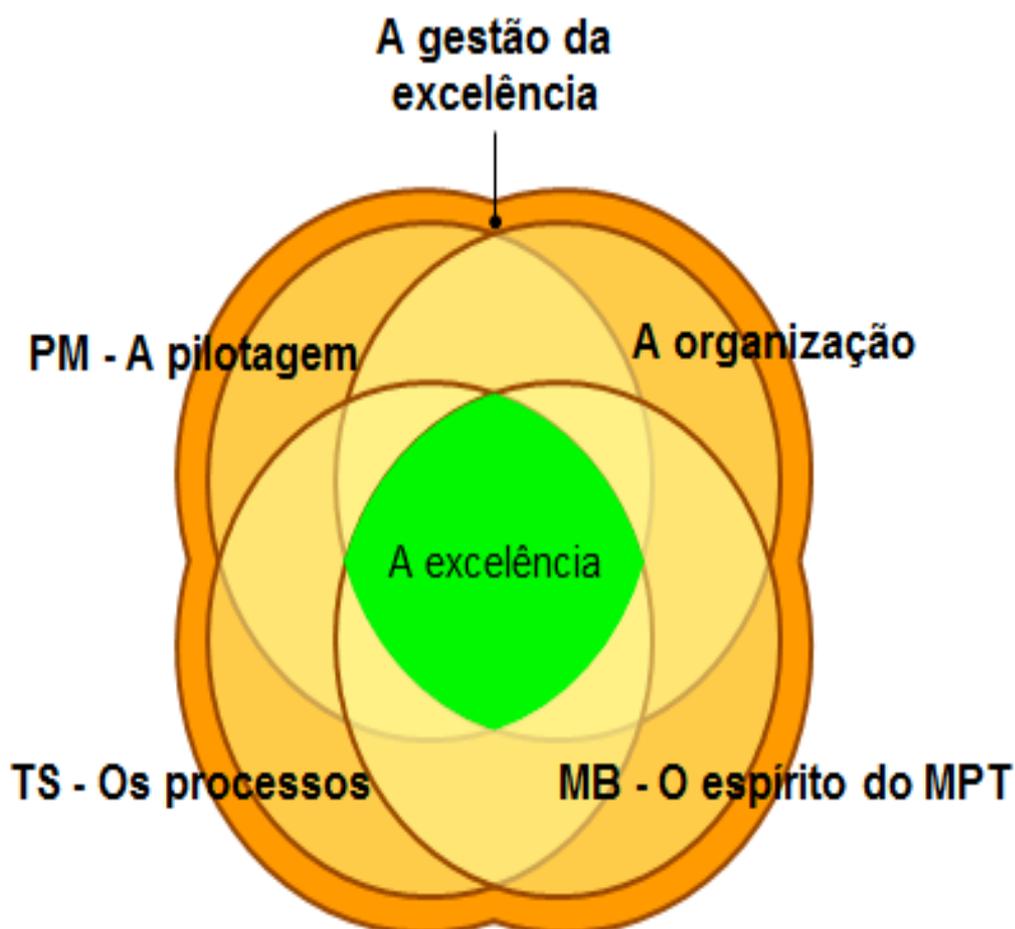
Figura 8 - Pilares da ManutençãoX



Fonte: Autoria Própria

Além disso, ao se comparar com as dimensões da área de Excelência Operacional, a gestão da excelência na manutenção pode ser buscada através da seguinte forma através da integração dos eixos apresentados na Figura 9.

Figura 9 – ManutençãoX e Transformação



Fonte: Autoria Própria

- *Performance management*: utiliza-se o sistema de pilotagem dos processos, com o uso de indicadores e objetivos associados;
- *Technical systems*: o eixo é alcançado através do aprimoramento dos processos em que uma organização é implementada para garantir o alcance da qualidade da manutenção no âmbito dos projetos realizados. Além disso, boas práticas são estabelecidas com o objetivo de definir, conceber e

implantar os equipamentos de modo a que sejam fiáveis e possam ser mantidos ao longo de toda a sua vida útil.

- *Mindset & Behaviours*: busca-se a abordagem deste eixo através do espírito da MPT, em que se procura a mobilização e integração de todos os agentes da manutenção, para construir o espírito de zelo e responsabilidade pelos equipamentos.

Além de atender cinco pilares da MPT, o programa ainda estabelece quatro atividades fundamentais, as quais são:

- Execução

As equipes de execução devem agir com segurança e desempenho adequado do curto prazo. Assim, o desempenho das equipes de execução depende da qualidade da mão-de-obra, da qualidade do planejamento e programação das atividades, da correta integração entre todas as áreas envolvidas e alinhamento com objetivos da empresa, da qualidade dos recursos e materiais utilizados e do correto suporte técnico da Engenharia de Manutenção.

- Preparação

É decidir “o que e como” e elaborar ou que sejam elaboradas séries para as tarefas repetitivas e revisá-las periodicamente, com o intuito de aprimorá-las e, dessa forma, gerar lucros de produtividade. É importante ressaltar que a preparação é independente da realização.

- Planejamento e Programação

É decidir “quem e quando”, levando em conta as limitações impostas pela atividade. Além disso, consiste em elaborar um planejamento das tarefas, otimizar a utilização dos recursos materiais e humanos e ter garantia dos prazos.

Alguns desafios estão relacionados à preparação e ao planejamento como a intervenção dentro das melhores condições de QHSE (qualidade, saúde, segurança e meio ambiente), a redução do tempo das paradas para manutenção, o foco dos recursos nas tarefas que proporcionam um valor acrescentado, a redução do estoque de peças de reposição por meio da antecipação das necessidades e o aprimoramento da produtividade – *wrench time*.

- Engenharia de Confiabilidade e Métodos

Tem foco principal na melhoria da confiabilidade das instalações com visão de médio e longo prazo, garante o suporte técnico necessário para as equipes de execução (métodos otimizados de trabalho, novas tecnologias, treinamento entre outros) e realiza o balanceamento entre a visão global das instalações e a atuação local (nos equipamentos).

Além disso, é responsável por implementar e gerir toda a documentação técnica, Descrever a codificação técnica e as peças de reposição, elaborar e fazer cumprir os planos de manutenção preventiva e analisar as principais disfunções e trabalhar para implementações de ações corretivas.

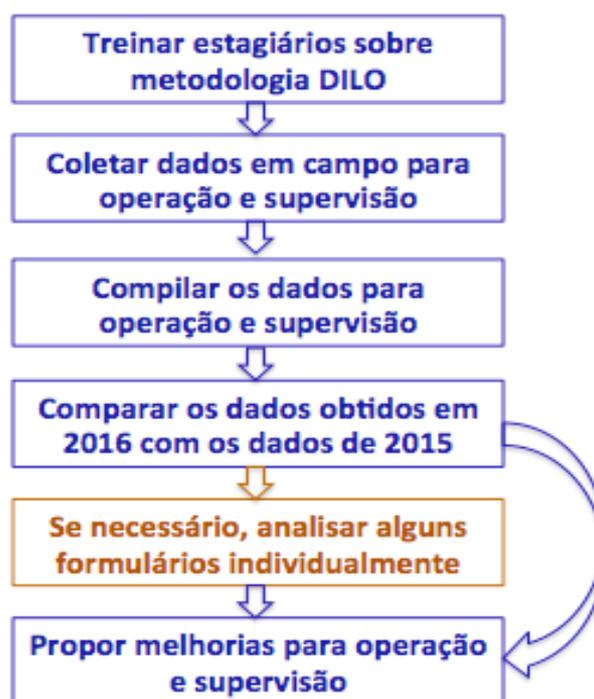
Ainda, é responsável pela aplicação das ferramentas de diagnóstico, como 5W2H, análise da causa raiz e outros e por colocar em prática um processo de melhoria da confiabilidade no curto e longo prazo.

Assim, é dentro do programa de ManutençãoX, que se busca o aprimoramento da produtividade, ou seja, do *wrench time*, o qual será analisado no presente trabalho. Além disso, propostas para a operação e supervisão serão realizadas.

### 3.3 ETAPAS, MÉTODOS E TÉCNICAS

As etapas e sequência lógica da metodologia, para atingir os objetivos do presente trabalho podem, ser visualizadas na Figura 10.

**Figura 10 - Etapas de aplicação**



Fonte: Autoria Própria

a) Treinar os estagiários sobre metodologia DILO

Os estagiários foram os responsáveis pela coleta de dados em campo das áreas de operação e supervisão da manutenção. Assim, eles receberam treinamento pelo Engenheiro Técnico da Manutenção e pelo Gerente de Excelência Operacional.

b) Coletar dados em campo para operação e supervisão

Após o treinamento dos estagiários, iniciou-se a coleta em campo com diferentes operadores e supervisores. Como a jornada do estagiário é de apenas seis horas por dia, existiu troca de estagiário para que a observação do agente de manutenção fosse realizada em sua jornada completa. Durante essa observação, os formulários que estão presentes no Anexo A e Anexo B, fornecidos pela Empresa X, foram completados de acordo com a especialidade observada (operação ou supervisão).

c) Compilar os dados para operação e supervisão

Após os estagiários realizarem o acompanhamento dos agentes de manutenção, os formulários das áreas de operação e supervisão foram agrupados. Para a operação, os dados foram compilados de acordo com as especialidades: eletricista, instrumentista, válvula, encanador, mecânico e soldador.

d) Comparar os dados obtidos em 2016 com os dados de 2015

Após obter-se os resultados de 2016, os dados foram comparados com os resultados de 2015. Em 2015, algumas melhorias já foram implementadas por meio do programa de excelência e então analisou-se os efeitos do programa através dos resultados de 2016. A mesma abordagem foi realizada nos dois anos, permitindo tal comparação.

e) Se necessário, analisar alguns formulários individualmente

Esta etapa foi opcional. Se necessário, para cada uma das especialidades observadas, alguns formulários foram analisados individualmente para que ocorresse uma melhor compreensão dos dados e oportunidades de melhoria fossem melhor identificadas. Cada formulário representa o dia da semana de um operador de uma especialidade específica. Os formulários possuem atividades grifadas em verde (atividades que agregam valor), vermelhas (atividades que não agregam valor) e amarelas (atividades necessárias, mas que não agregam valor).

f) Propor melhorias para operação e supervisão

Com os resultados compilados, identificou-se, através dos dados para cada especialidade e formulários, os potenciais de melhoria para as áreas de operação e supervisão. O objetivo é que as possíveis ideias elevassem o nível de *wrench time*.

## 4 ANÁLISES E DISCUSSÃO

### 4.1 TEMPO PRODUTIVO EM 2015

O tempo produtivo foi analisado em 2015, verificando que correspondia a 3,52 horas, ou seja, 40% da jornada de trabalho atual da Empresa X (8,8 horas). A proposta do projeto é de que o tempo seja de 4,84 horas, ou seja, 55% da jornada de trabalho, alcançando assim o índice de produtividade de manutenção de classe mundial (SMITH, 2012).

Com o projeto ManutençãoX, algumas ações foram implementadas após identificar o índice de produtividade de 40%. Assim, qualquer mudança observada no índice analisado em 2016 pode ser decorrente de tais melhorias, as quais foram:

- Rápidas Reuniões estratégicas de produção visando alinhar informações da fábrica com a manutenção. Realizadas no início da jornada e outra no período da tarde;
- Disque peças: evitando o deslocamento do operador do campo até o almoxarifado;
- Melhora no Sistema de gerenciamento de entrega de ferramentas;
- Presença do *Gatekeeper* em reuniões diárias (facilitador entre manutenção e produção); pessoa que garante os objetivos da manutenção junto a produção;
- Preparação de materiais separada por especialidade, ajudando a encontrar o necessário de maneira mais rápida.

### 4.2 OPERAÇÃO

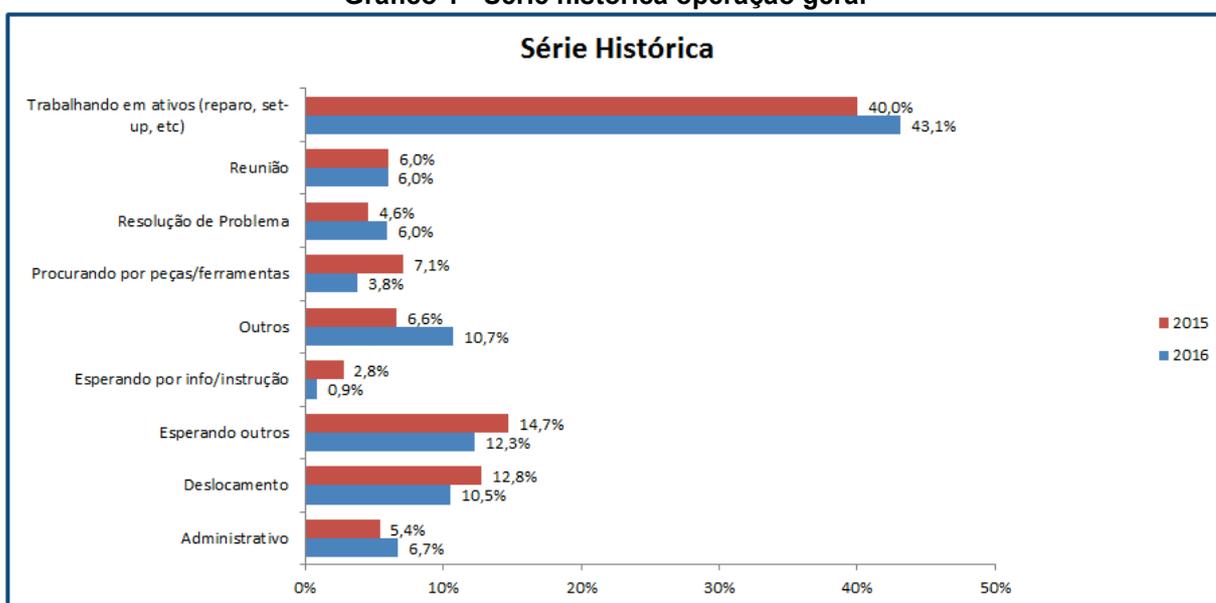
Para operação, o tempo total observado foi 18900 minutos, totalizando 315 horas. Ao analisar as atividades que agregam valor e as que não agregam valor, tem-se que 61,8% das atividades agregam valor, ou seja, classificam-se em trabalho em ativos, resolução de problemas, administrativo e reunião. Os outros 38,2% não agregam valor, ou seja, classificam-se em procurando por peças e ferramentas, esperando por informação e instrução, esperando outros, deslocamento e outros.

Comparando-se os resultados gerais para o time operacional, nota-se um aumento de 3,1% no índice de produtividade (trabalho em ativos). No entanto, as

atividades que são classificadas como “outras”, as quais incluem banheiro, almoço, descanso, água, café e conversas não relacionadas ao trabalho aumentaram 4,1%.

É evidente que as melhorias realizadas através do projeto ManutençãoX impactaram positivamente alguns índices. Por exemplo, o índice de procura por peças e ferramentas diminuiu 3,3%. Essa melhora decorre da implementação da preparação de materiais separada por especialidade. Outra observação é que a implementação do disque peças impactou positivamente 2,3% o tempo de deslocamento. Os índices das atividades de 2015 e 2016 podem ser visualizados no Gráfico 1.

**Gráfico 1 - Série histórica operação geral**



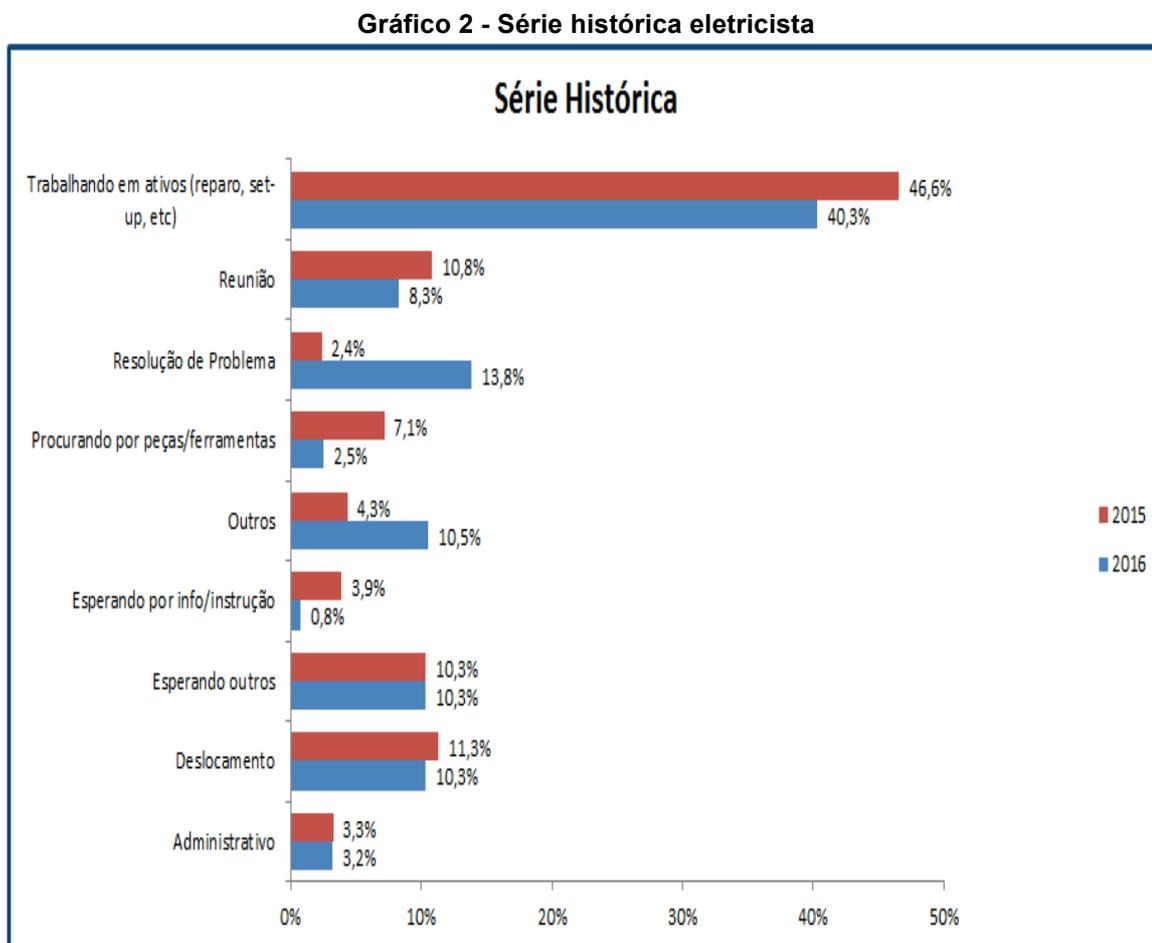
Fonte: Autoria Própria

Para operação, seis especialidades serão analisadas separadamente para que oportunidades de melhoria sejam identificadas. As especialidades incluem: eletricista, instrumentista, válvula, encanador, mecânico e soldador.

- Eletricista

Para a especialidade eletricista, o índice de produtividade aumentou 6,3%. Ainda, é possível notar um aumento nos índices de resolução de problema e diminuição significativa no índice de procura por peças e ferramentas, espera por informação e instrução e deslocamento, representando mudanças positivas de 2015 para 2016.

No entanto, as atividades classificadas como outros aumentaram 6,2%. Os índices para a especialidade eletricitista podem ser visualizados no Gráfico 2.



Fonte: Autoria Própria

Ao analisar a rotina de trabalho de um dia da semana de um dos operadores da especialidade eletricitista, dois fatores impactantes podem ser observados.

Primeiramente, nota-se que o serviço planejado do operador era que o mesmo atuasse como uma reserva de mão de obra. Assim, o seu dia não foi programado, resultando em diversas sessões de tempo que não agregam valor. Sem programação, o serviço do operador foi trocado diversas vezes e assim, o aumento de tempos não produtivos diminuiu o *wrench time*.

Outro fator é que o eletricitista perdeu tempo produtivo por não ter treinamento no *software* referente ao relé de proteção. A situação ocorreu na parte da tarde e apesar de tomar grande parte do tempo do operador, não foi resolvida. O formulário pode ser observado na Figura 11.

Figura 11 - Formulário eletricitista

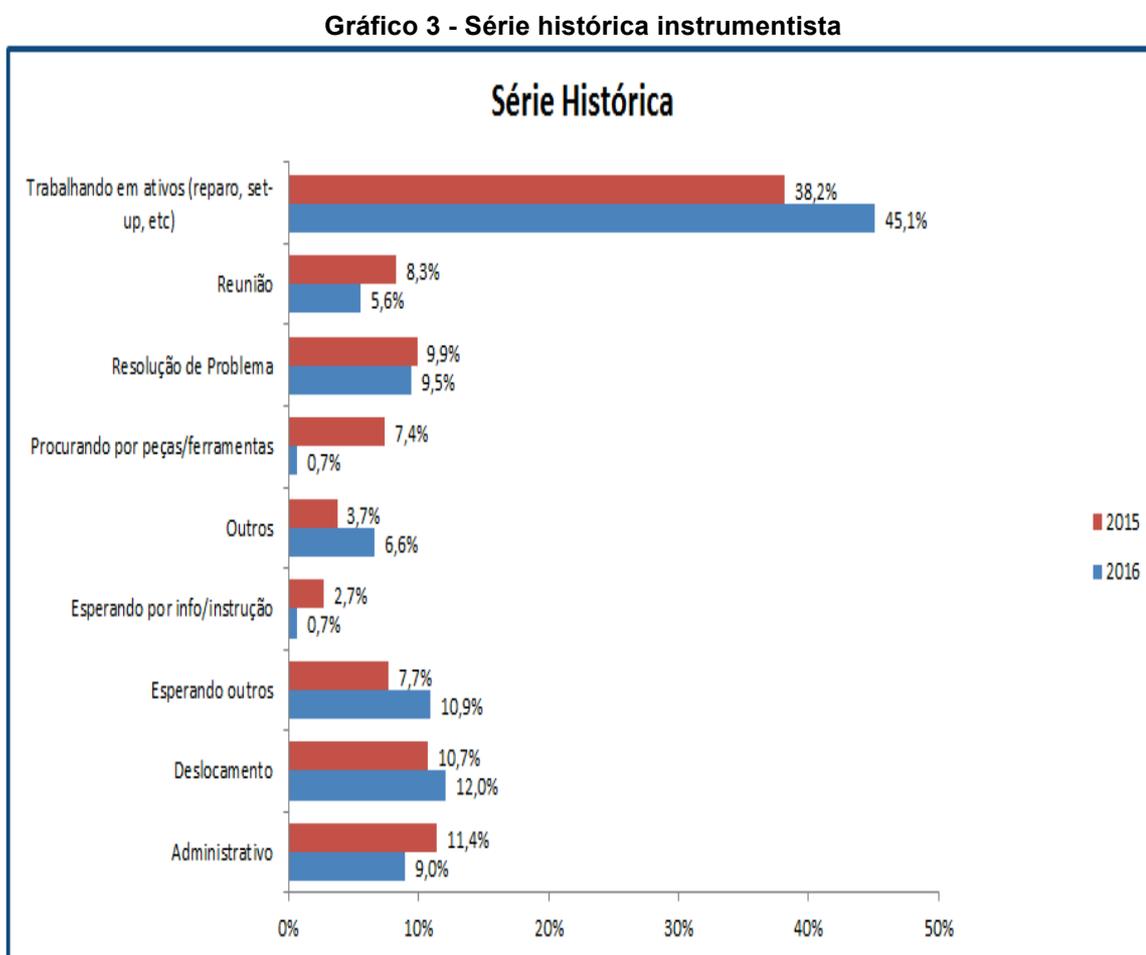
Formulário 10				
Horário	Dia-dia	Planejado	Real	Horário
7:20 - 7:50	Troca de roupa/DDS/Alinhamento	Troca de roupa/DDS/Alinhamento		07:20 - 08:42
7:50 - 8:00	Deslocamento área	Deslocamento área	Reunião do GS	
8:00 - 11:10	Trabalho	Apenas reserva da mão de obra programação não é seguida	troca de roupa / deslocamento	08:42 - 08:50
			Pegando equipamento para reparo	08:50 - 08:52
			Deslocamento / liberação / informação serviço	08:52 - 09:00
			Início do serviço - concerto gaveta fusíveis	09:00 - 09:17
			Outro serviço de emergencia apareceu eo mesmo se deslocou para outro e realizou troca de inf.	09:17 - 09:41
			Realizou o outro serviço com alguns esclarecimentos de problemas ( corrente bomba)	09:41 - 10:31
			Banheiro	10:31 - 11:00
11:10 - 11:20	Preparar para almoço	Preparar para almoço	pegando desenho / ficha de de serviço/ Inicio serv	11:00 - 11:20
11:20 - 12:20	Almoço	Almoço	Almoço	11:20 - 12:20
12:20 - 16:50	Trabalho	Apenas reserva da mão de obra programação não é seguida	Deslocamento até o Fenol	12:20 - 12:24
			Verificando parametros do rele de proteção	12:24 - 12:57
			Deslocando até a sala de controle aguardando fabrica autorizar para realizar intervenção Serviço não autorizado e alterado	12:57 - 13:31
			O serviço foi alterado iniciou outro serviço porem parou o mesmo diversas vezes para resolução de problemas e o mesmo foi cancelado.	13:31 - 15:50
			Retornou para seu trabalho inicial/ procurando ferramentas/ água / buncando informação	15:50 - 16:38
			Realizando medições no equipamento / 5S Relatorio e emails	16:38 - 16:45 16:45 - 16:50
16:50 - 17:05	Preparar para ir embora	Preparar para ir embora	Preparar para ir embora	16:50 - 17:05

Fonte: Autoria Própria

- Instrumentista

Para a especialidade instrumentista, o índice de produtividade aumentou 6,9%. As atividades classificadas como outros resultaram em um aumento de 2,9% de 2015 para 2016, porém o índice outros da especialidade instrumentista de 3,7% foi o menor referente a outros dentre a operação 2016. Assim, conclui-se que os

instrumentistas absorveram seus ganhos de tempo de maneira adequada, convertendo-os para trabalho em ativos, aumentando seu índice de produtividade. Os índices para a especialidade instrumentista podem ser visualizados no Gráfico 3.



**Fonte: Autoria Própria**

Ao analisar um dos formulários da especialidade instrumentista, o qual representa um dia da semana do colaborador, nota-se que apesar de não representados no formulário, tanto o período da manhã, quando o período da tarde, foram programados. Por outro lado, o observador deste colaborador claramente notou que o mesmo não cumpriu sua programação. Ao analisar o dia real do mesmo, conclui-se então que o colaborador não atendeu a sua programação, pois teve de trabalhar em emergências o dia todo. Assim, apesar de não seguir a programação, o mesmo teve um dia produtivo destinado a outras atividades que também agregam valor. O formulário pode ser observado na Figura 12.

**Figura 12 - Formulário instrumentista**

Formulário 11 - Instrumentista/Adípico				
Horário	Dia-dia	Planejado	Real	Horário
7:20 - 7:50	Troca de roupa/DDS/Alinhamento			7:20 - 8:00
7:50 - 8:00	Deslocamento área		Reunião GS	08:00 - 8:50
8:00 - 11:10	Trabalho	Não seguiu programação	Deslocamento Adípico	8:50 - 9:00
			Direcionamento do trabalho / Liberação	9:00 - 9:25
			Ordem 11067498 - Verificando PID - Válvula no SDCD (Emergência) - fim	9:25 - 11:10
11:10 - 11:20	Preparar para almoço			11:10 - 11:20
11:20 - 12:20	Almoço			11:20 - 12:20
12:20 - 16:50	Trabalho	Não seguiu programação	Deslocamentos - Ref. - TP adípico; HMD	12:20 - 13:05
			Trocando medidor de vazão - fim	13:05 - 14:40
			Verificando serviço de emergência (deslocamentos)	14:40 - 15:10
			Serviço de emergência - FIC-3321 - fim	15:10 - 15:25
			Deslocamentos longos - sala de controle Adípico - Sal Nylon	15:25 - 15:50
			Verificando sensor - sinalização de válvula - Sal Nylon	15:50 - 17:00
16:50 - 17:05	Preparar para ir embora		Preparar para ir embora	17:00 - 17:05

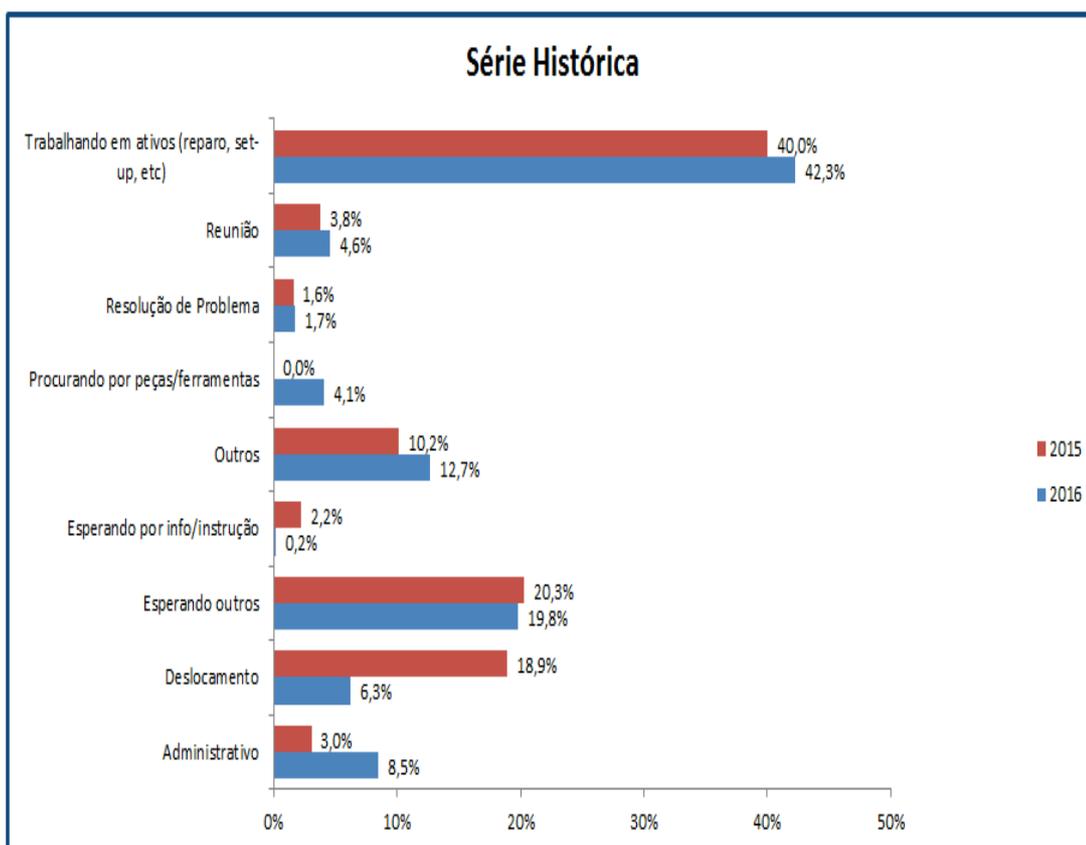
Fonte: Autoria Própria

- Válvula

Para a especialidade “válvula”, o índice de produtividade aumentou 2,3%. Ainda, ocorreu a diminuição expressiva de 12,6% da atividade deslocamento, a qual é resultado da mudança do canteiro de válvulas para a oficina principal. O aumento de

5,5% das atividades administrativas está fortemente relacionado com a documentação SPIE (serviço próprio de inspeção de equipamentos) e a emissão de relatórios e o aumento de 2,5% nas atividades classificadas como outros está relacionado ao superdimensionamento da duração das operações, resultando em um tempo ocioso que é alocado pelos colaboradores em outras atividades. Os índices para a especialidade “válvula” podem ser visualizados no Gráfico 4.

**Gráfico 4 - Série histórica válvula**



**Fonte: Autoria Própria**

No formulário da especialidade “válvula”, observado na Figura 13, dois tempos improdutivos relativos ao aguardo de atividades podem ser identificados. Primeiramente, houve um tempo utilizado para a atividade “aguardando FCVS”, que está relacionada à documentação SPIE e a atividade aguardando liberação, que está relacionada à liberação de uma ordem para atuar no campo. Ambas as atividades representam deveriam ter sido realizadas previamente e representam tempos ociosos para os colaboradores e através de melhorias no processo, pode ser destinado a fins produtivos.

Figura 13 - Formulário válvula 1

Formulário 4 - Preventiva/Válvula				
Horário	Dia-dia	Planejado	Real	Horário
7:20 - 7:50	Troca de roupa/DDS/Alinhamento			7:20 - 8:00
7:50 - 8:00	Deslocamento área			
8:00 - 11:10	Trabalho	Ordem 11063705 - Retirar valv. Seg. CS0707 para calibrar - até 10:00	Aguardando FCVS	8:00 - 8:45
			Deslocamento GU (carro)	8:45 - 8:50
			Aguardado liberação	8:45 - 9:05
			Ordem 11063705 - Retirar valv. Seg. CS0707 para calibrar - fim	9:05 - 9:15
		Ordem 11063705 - Calibrar valv. Seg. CS0707	9:15 - 10:15	
		Banheiro/Fumar/ Buscar juntas	10:15 - 10:30	
		Ordem 11063705 - Calibrar valv. Seg. CS0707	10:30 - 10:50	
		Computador (certificado calibração)/ E-mails	10:50 - 11:10	
11:10 - 11:20	Preparar para almoço			11:10 - 11:20
11:20 - 12:20	Almoço			11:20 - 12:20
12:20 - 16:50	Trabalho	Ordem 11063705 - Calibrar valv. Seg. CS0707 - até 14:00	Ordem 11063705 - Pintando válvula; montando;	12:20 - 12:50
			Requisitando material - prisioneiros	12:50 - 13:05
			Ordem 11063705 - Lacrando válvula/ lubrificando prisioneiros - fim	13:05 - 13:15
			Café/Banheiro - Assinando documentos SPIE	13:15 - 13:40
			Ordem 11063705 - Preparando ferramentas para montagem	13:40 - 13:45
		Aguardando troca de turno / liberação	13:45 - 14:20	
		Ordem 11063705 - Reinstalar valv. Seg. CS0707 - fim	14:20 - 14:50	
		Relatório SAP / Computador (outros)	14:50 - 15:25	
		Descarte de parafusos	15:25 - 15:30	
		Conversa sobre serviço - cumpriu programação do dia	15:30 - 15:40	
		Limpeza e organização do antigo canteiro de válvula	15:40 - 16:30	
Organização das bancadas/peças - Válvulas CEMAN	16:30 - 16:50			
16:50 - 17:05	Preparar para ir embora			16:50 - 17:05

Fonte: Autoria Própria

Já em outro formulário da especialidade “válvula”, observado na Figura 14, nota-se que também ocorreu atraso na liberação (aguardando bombeiro para liberação). Ainda, no período da tarde, é possível observar a superestimação da duração das atividades. A atividade “inspecionar e calibrar válvula” que deveria ter duração de 2 horas e 40 minutos, durou apenas 1 hora e 25 minutos. Assim, quando ocorre a superestimação dessas atividades, o colaborador acaba destinando um tempo, que deveria ser produtivo, para atividades que não agregam valor.

Figura 14 - Formulário válvula 2

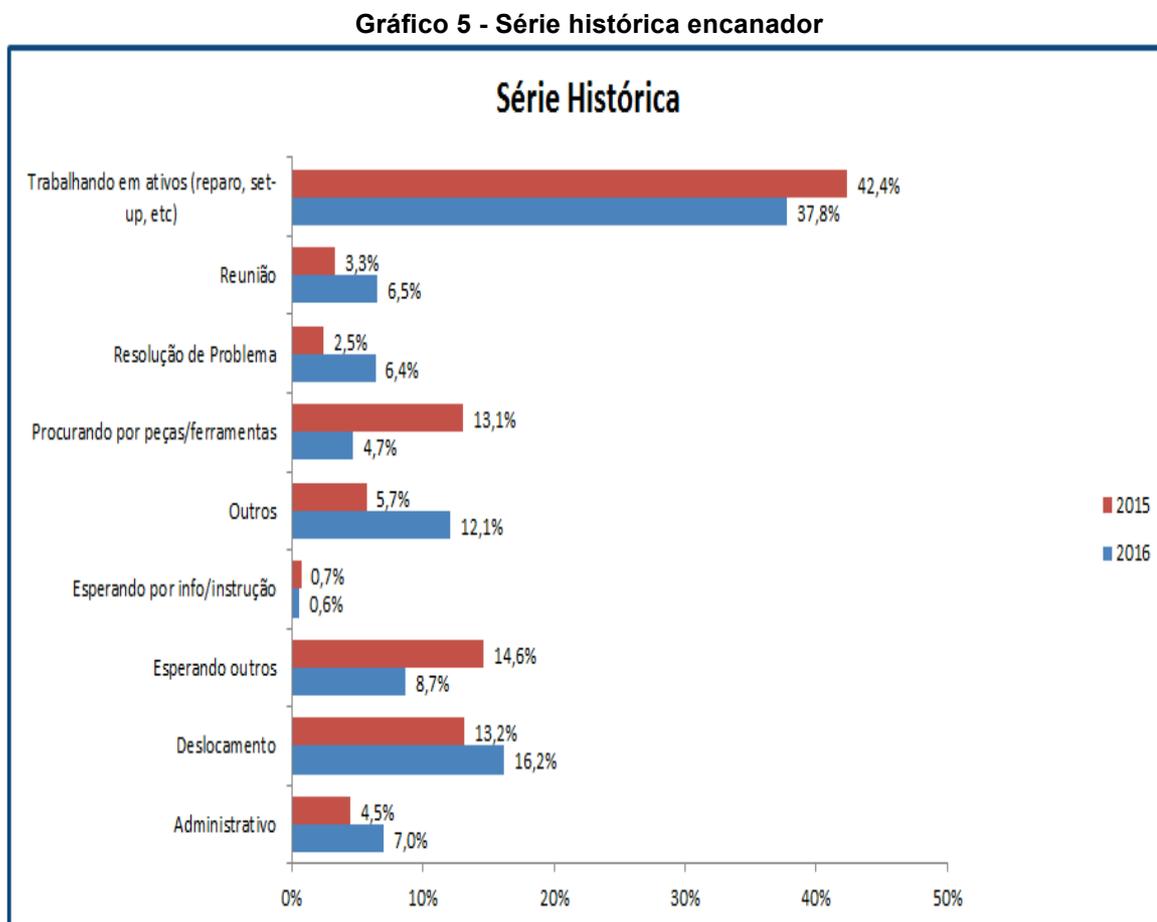
Formulário 13 - Preventiva/Válvula				
Horário	Dia-dia	Planejado	Real	Horário
7:20 - 7:50	Troca de roupa/DDS/Alinhamento			7:20 - 8:00
7:50 - 8:00	Deslocamento área		Chegada CEVIGI	08:00
8:00 - 11:10	Trabalho	Ordem 10844178 - Retirar válvula para DMM - até 9:00	Deslocamentos CEVIGI - CEMAN / Pegar ficha branca / Deslocamento EBN	8:00 - 8:20
			Aguardando bombeiro para liberação	8:20 - 8:55
		Ordem 10844178 - Inspeccionar e recalibrar válvula	Ordem 10844178 - Retirar válvula para DMM - fim	8:55 - 9:15
			Ordem 10844178 - Inspeccionar e recalibrar válvula	9:15 - 9:40
			Café/Banheiro/Fumando	9:40 - 9:50
Ordem 10844178 - Inspeccionar e recalibrar válvula	9:50 - 11:10			
11:10 - 11:20	Preparar para almoço			11:10 - 11:20
11:20 - 12:20	Almoço			11:20 - 12:20
12:20 - 16:50	Trabalho	Ordem 10844178 - Inspeccionar e recalibrar válvula - até 15:00	Banheiro/Água	12:20 - 12:35
			Ordem 10844178 - Inspeccionar e recalibrar válvula - fim	12:35 - 14:00
			Banheiro/Água	14:00 - 14:10
			Relatório/ Documentação SPIE	14:10 - 14:40
		Período não programado - até 16:00	Deslocamento posto / Aguardando liberação para montagem	14:40 - 14:55
			Ordem 10844178 - Montar válvula no posto + aceite - fim	14:55 - 15:30
			Verificando chamado - serviço de emergência	15:30 - 15:40
			Serviço de emergência - Adípico	15:40 - 15:50
			Relatório/Apontamento	15:50 - 16:15
			Banheiro/Água	16:15 - 16:25
Ordem 10844178 - Montar válvula no posto	Buscar funcionários de carro devido a chuva	16:25 - 16:40		
	Serviço de emergência - Adípico	16:40 - 16:50		
16:50 - 17:05	Preparar para ir embora			16:50 - 17:05

Fonte: Autoria Própria

- Encanador

Para o encanamento, o trabalho em ativos diminuiu 4,6%. As atividades classificadas como outros aumentaram significativamente em 6,4%. Dois formulários serão analisados para identificar a razão do aumento das atividades classificadas

como outros. Os índices para a especialidade “encanador” podem ser visualizados no Gráfico 5.



**Fonte: Autoria Própria**

No formulário da especialidade “encanador”, observado na Figura 15, nota-se que o serviço da manhã não ocorreu devido a uma emergência de trabalho. Durante o período de tempo programado do trabalhador, o mesmo recebeu uma nova ordem de serviço e teve que interromper a programação. Ao observar a quebra na programação, nota-se o acúmulo de atividades que não agregam valor, as quais estão representadas em vermelho.

Nota-se também que tanto no período da manhã, como no período da tarde,, surpreendentemente, três tempos ociosos foram programados (“nada programado”). No formulário, esses períodos de tempo podem ser observados antes do almoço, depois do almoço e no final da jornada de trabalho. Ao observar cada um desses períodos, nota-se que o operador utilizou este tempo não programado para realizar atividades que não agregaram valor ao trabalho. Assim, conclui-se que a

programação de tempo ocioso leva o colaborador a focar em atividades que não agregam valor.

**Figura 15 - Formulário encanador 1**

Formulário 15				
Horário	Dia-dia	Planejado	Real	Horário
7:20 - 7:50	Troca de roupa/DDS/Alinhamento	Troca de roupa/DDS/Alinhamento	Troca de roupa	07:20 - 07:48
			Conversando sobre local de trabalho com terceiro	
			Pegando ferramentas em bancada	07:49 - 07:51
7:50 - 8:00	Deslocamento área	Deslocamento área		
8:00 - 11:10	Trabalho	Apoio p/ instalar o instrumento FT-0202 - Sílicas - das 08:00 até as 10:00	Aguardando taxi, Deslocamento TP sílicas, Preenchendo ficha de liberação para trabalho, Aguardando liberação de serviço, Serviço não liberado - necessário acompanhante da ABBA, Aguardando posicionamento do supervisor, Aguardando liberação de novo trabalho	07:51 - 08:50
			Pegando ferramentas para executar trabalho	08:50 - 08:52
			Recebendo ordem de serviço de novo trabalho, Preenchendo ficha de liberação, Deslocamento até local do trabalho para deixar ferramentas, Deslocamento até local de trabalho	08:52 - 08:56
			Executando trabalho	08:56 - 09:50
		Deslocamento até sala de controle para aceite do trabalho e após deslocamento até o CEMAN para preparar o serviço do BAHIRI	09:50 - 10:30	
		Preparando Material para o serviço da tarde	10:30 - 10:35	
		Nada programado	Requisição de material, deslocamento até o almoxarifado e realização de relatórios .	10:35 - 11:06
11:10 - 11:20	Preparar para o almoço	Preparar para o almoço	Preparar para o almoço	11:06 - 11:20
11:20 - 12:20	Almoço	Almoço	Almoço	11:20 - 12:20
12:20 - 16:50	Trabalho	Nada programado até 12:30	Verificando programação junto com supervisor, aguardando Taxi para ir ao BAHIRI, realizando liberação e preenchimento da ficha	12:20 - 14:00
		12:30 retirar bomba no Bahiri até as 14:30	Colocando EPI's e executando trabalho, parou duas vezes para beber água e buscar ferramenta para retirar	14:00 - 15:00
		Nada programado até as 17:00	Aguardando TAXI para retornar para o CEMAN e dar baixa na ficha na sala da ETE, realizando conversa referente ao problema encontrado na bomba, realizando relatório,	15:00 - 16:40
			Preparar para ir embora	16:40 - 17:05

**Fonte: Autoria Própria**

Em um segundo formulário da especialidade “encanador”, que pode ser visualizado na Figura 16, observa-se que o dia do colaborador estava programado por completo, ou seja, sem tempos ociosos. Por outro lado, o colaborador não executou a programação do dia e teve diversos períodos da sua rotina destinados a atividades que não agregam valor. Algumas observações foram realizadas e verificou-se que a preparação para que o colaborador realizasse suas atividades não

foi programada. Logo, essa situação resultou em um dia praticamente ocioso e sem produtividade.

**Figura 16 - Formulário encanador 2**

Formulário 21				
Horário	Dia-dia	Planejado	Real	Horário
7:20 - 7:50	Troca de roupa/DDS/Alinhamento	Troca de roupa/DDS/Alinhamento	Troca de roupa; DDS; Deslocamento até cantina; Café; Deslocamento até CEMAN; Banheiro	07:20 - 07:53
7:50 - 8:00	Deslocamento área	Deslocamento área	Conversa sobre trabalho a ser executado; Deslocamento para levar equip. até a bancada	07:53 - 08:02
8:00 - 11:10	Trabalho	Confeccionar e instalar fixação p/ chuveiro de emergência - 08:00 até as 13:00,	Executando trabalho de troca do vidro de visor de nível	08:02 - 08:31
			Procurando graxa para lubrificação de parafusos; Conversa pra pedir emprestado pote de graxa	08:31 - 08:36
			Retomando a execução do trabalho de troca de vidro de visor de nível	08:36 - 08:55
			Água; Deslocamento até bancada para pegar ferramenta; Deslocamento até caldearia; Deslocamento até local de requisições; Água; Requisição de material; Banheiro; Aguardando retirada de material	08:55 - 10:00
			Retomando trabalho no LG para testes	10:00 - 10:48
			Conversa relacionada trabalho e pegando bomba para teste.	10:48 - 11:13
11:10 - 11:20	Preparar para almoço	Preparar para almoço	Preparar para almoço	11:13 - 11:20
11:20 - 12:20	Almoço	Almoço	Almoço	11:20 - 12:21
12:20 - 16:50	Trabalho	CTS - Confeccionar suporte p/ mangueira. - 13:00 até as 17:00	Banheiro; Deslocamento até bancada de trabalho;	12:21 - 12:43
			Teste hidrostático no LG	12:43 - 12:47
			Requisição de material / Banheiro	12:47 - 12:51
			Retomando teste hidrostático no LG	12:51 - 13:06
			Procurando Ferramenta	13:06 - 13:20
			Realizando o Teste	13:20 - 13:51
			Água - conversa e deslocamento	13:51 - 14:02
			Retomando Teste	14:02 - 15:40
			Conversa sobre instabilidade da bomba	15:40 - 16:00
Terminando teste e guardando ferramentas	16:00 - 16:30			
16:50 - 17:05	Preparar para ir embora	Preparar para ir embora	Conversando e Preparando para ir embora	16:30 - 17:05

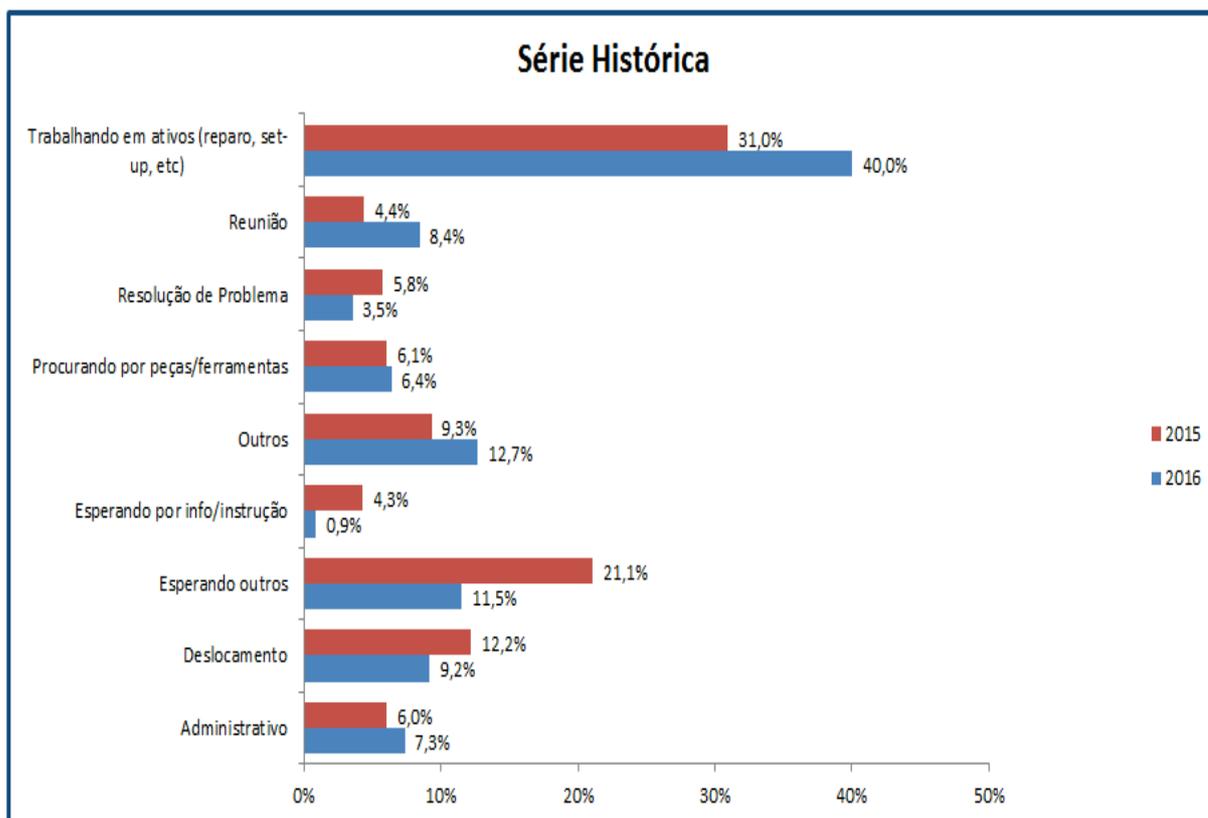
**Fonte: Autoria Própria**

- Mecânico

Para a especialidade “mecânico”, o trabalho em ativos aumentou 9%, resultando em uma das especialidades que mais teve aumento de *wrench time*. Índices como esperando outros, deslocamento e esperando por informação e instrução, representando atividades que não agregam valor ao trabalho, diminuíram, devido as ações implementadas com o projeto ManutençãoX. Por outro lado, as atividades

classificadas como outros também aumentaram. Os índices para a especialidade “mecânico” podem ser visualizados no Gráfico 6.

**Gráfico 6 - Série histórica encanador**



**Fonte: Autoria Própria**

Em um dos formulários da especialidade “mecânico”, observado na Figura 17, alguns fatores podem ser observados.

Primeiramente, nota-se que o colaborador teve que aguardar a liberação da sua atuação. Para uma atividade que já estava programada, a liberação já deveria ter sido realizada.

Outro fator é relativo à duração da atividade “Deslocamento CEMAN (Central de Manutenção) / Água / Informações”, a qual foi consideravelmente longa, resultando em mais de uma hora. Isso decorre da distância entre o local de atuação e a oficina central, na qual o colaborador procura as ferramentas necessárias.

Ainda, observa-se a atividade “Banheiro e beber água, não foi autorizado a utilizar o banheiro no Bisfenol”. Essa unidade consiste em uma das fábricas de atuação do operador. Não há razão para a não utilização deste banheiro e se o

colaborador quisesse utilizar outro banheiro, perderia grande parte do seu tempo produtivo.

**Figura 17 - Formulário mecânico 1**

Formulário 1 - Mecânico Fenol				
Horário	Dia-dia	Planejado	Real	Horário
7:20 - 7:50	Troca de roupa/DDS/Alinhamento			7:20 - 7:50
7:50 - 8:00	Deslocamento área		Deslocamento Fenol	7:50 - 8:00
8:00 - 11:10	Trabalho	Ordem 11036524 - Retirar conjunto para substituir selo R - 1105	Buscar ficha bisfenol (fenol não tinha)/Aguardando liberação	8:00 - 8:35
			Ordem 11036524 - Retirar conjunto para substituir selo R - 1105	8:35 - 9:15
			Deslocamento CEMAN / Água / informações	9:15 - 10:40
			Ordem 11036524 - Retirar conjunto para substituir selo R - 1105	10:40 - 11:05
11:10 - 11:20	Preparar para almoço			11:05 - 11:20
11:20 - 12:20	Almoço			11:20 - 12:20
12:20 - 16:50	Trabalho	Ordem 11036524 - Retirar conjunto para substituir selo R - 1105	E-mail / Esperando guindaste / Buscando ferramentas	12:20 - 13:20
			Ordem 11036524 - Retirar conjunto para substituir selo R - 1105	13:20 - 14:15
			Banheiro e beber água, não foi autorizado a utilizar banheiro no Bisfenol	14:15 - 14:30
			Ordem 11036524 - Retirar conjunto para substituir selo R - 1105	14:30 - 15:40
			Ligação pessoal / Aguardando ferramenta (almox.); taxi	15:40 - 16:30
16:50 - 17:05	Preparar para ir embora		Ordem 11036524 - Retirar conjunto para substituir selo R - 1105 (hora extra)	16:30 - 17:05

**Fonte: Autoria Própria**

Em outro formulário da especialidade “mecânico”, apresentando na Figura 18, duas observações puderam ser feitas.

Primeiramente, ao observar as ordens de serviço do dia programado e do dia real do colaborador, verifica-se que o que estava planejado não foi executado na data.

Ainda, assim como no formulário anterior, nota-se que o colaborador teve de aguardar a liberação de um serviço que já havia sido programado previamente. Esse tempo ocioso, o qual não tem necessidade, diminui o índice de produtividade.

**Figura 18 - Formulário mecânico 2**

Formulário 17				
Horário	Dia-dia	Planejado	Real	Horário
7:20 - 7:50	Troca de roupa/DDS/Alinhamento			7:20 - 7:50
7:50 - 8:00	Deslocamento área		Deslocamento Silica	7:50 - 8:00
8:00 - 11:10	Trabalho	Ordem 11026210 - Desmontar conjunto ventilador K - 3805	Liberação de serviço	8:00 - 8:30
			Ordem 11068387 - Serviço de emergência - Verificar pressão J - 2831	8:30 - 10:00
			Aguardando ajuda de outro operador	10:00 - 10:20
			Ordem 11068387 - Serviço de emergência - fim	10:20 - 10:50
			Descanso	10:50 - 11:10
11:10 - 11:20	Preparar para almoço			
11:20 - 12:20	Almoço			11:20 - 12:20
12:20 - 16:50	Trabalho	Ordem 11026210 - Desmontar conjunto ventilador K - 3805	Deslocamento Silica/Aguardando liberação (troca de turno)	12:20 - 13:00
			Ordem 11058394 - Engaxetamento de bomba - fim	13:00 - 13:50
			Aguardando liberação	13:50 - 14:10
			Ordem 11058395 - Engaxetamento de bomba - fim	14:10 - 14:40
			Deslocamento TP - verificando medidor	14:40 - 15:00
		Ordem 11034451 - Raio X semanal - fim	15:00 - 16:10	
		Conversa com colegas	16:10 - 16:50	
16:50 - 17:05	Preparar para ir embora			16:50 - 17:05

Fonte: Autoria Própria

Em um terceiro formulário para a mesma especialidade, o qual pode ser visualizado na Figura 19, um fator intrigante é observado. O dia do colaborador não havia sido programado, tanto no período da manhã, quanto no período da tarde. Por outro lado, o colaborador apresentou um dia muito produtivo, no qual se dedicou a uma ordem de trabalho específica. Assim, apesar do dia do colaborador de manutenção ter sido bem produtivo, o serviço executado não estava nem programado na semana.

**Figura 19 - Formulário mecânico 3**

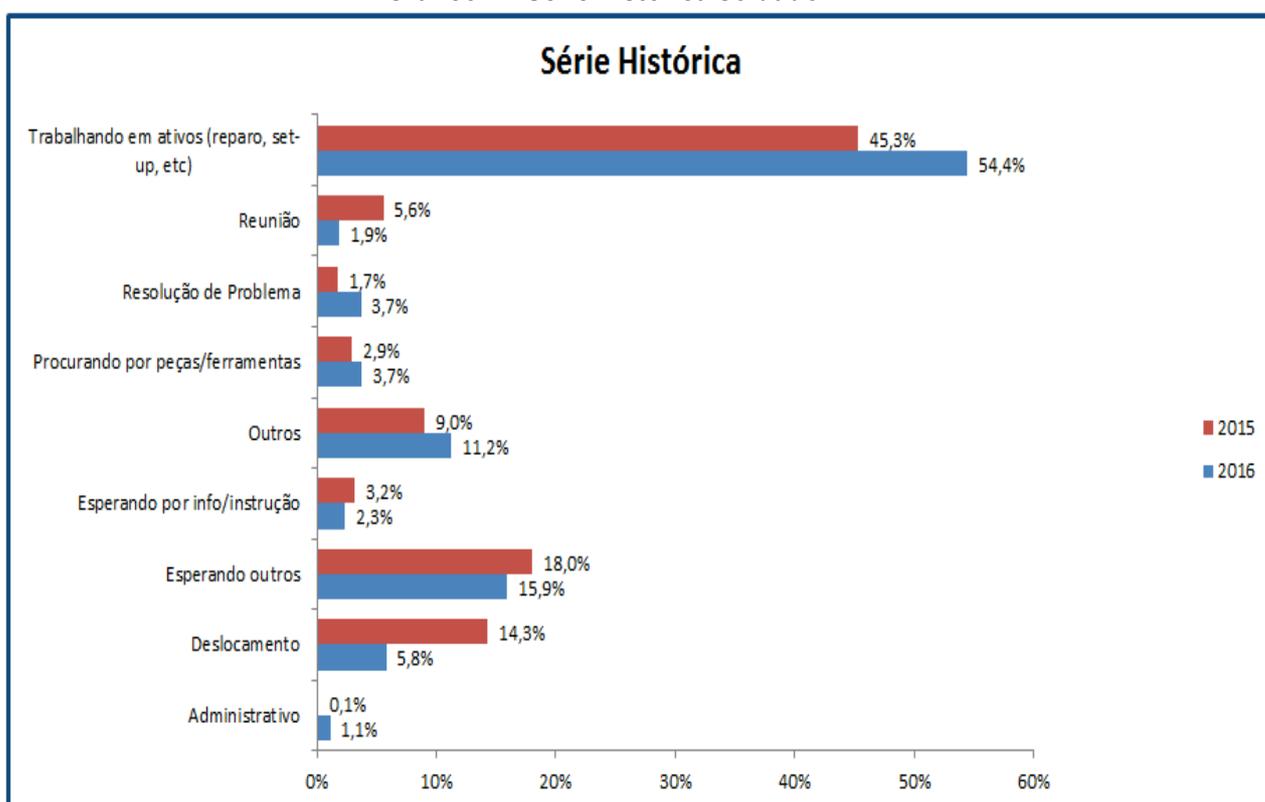
Formulário 45				
Horário	Dia-dia	Planejado	Real	Horário
7:20 - 7:50	Troca de roupa/DDS/Alinhamento			7:20 - 7:50
7:50 - 8:00	Deslocamento área			
8:00 - 11:10	Trabalho	Serviço não programado	Ordem 11043927 - Verificar mancais e vaz no exaustor - turbina BP0017	07:50 - 8:05
			Cafê/Preenchendo autorização/Almox.	8:05 - 8:15
			Deslocamento GU	8:15 - 8:20
			Ordem 11043927 - Verificar mancais e vaz no exaustor - turbina BP0017	8:20 - 9:30
			Deslocamento CEMAN/Água	9:30 - 9:35
			Ordem 11043927 - Verificar mancais e vaz no exaustor - turbina BP0017	9:35 - 10:40
			Requisição material - GB	10:40 - 10:50
			Ordem 11043927 - Verificar mancais e vaz no exaustor - turbina BP0017	10:50 - 11:10
11:10 - 11:20	Preparar para almoço			11:10 - 11:20
11:20 - 12:20	Almoço			11:20 - 12:20
12:20 - 16:50	Trabalho	Serviço não programado	Ordem 11043927 - Verificar mancais e vaz no exaustor - turbina BP0017	12:20 - 12:40
			Deslocamentos relacionados a busca de ferramenta	12:40 - 13:00
			Ordem 11043927 - Verificar mancais e vaz no exaustor - turbina BP0017	13:00 - 14:10
			Deslocamento CEMAN/Conversa sobre serviço	14:10 - 14:35
			Ordem 11043927 - Verificar mancais e vaz no exaustor - turbina BP0017	14:35 - 15:55
			Deslocamento CEMAN/Apontamento	15:55 - 16:20
			Ordem 11043927 - Verificar mancais e vaz no exaustor - turbina BP0017	16:20 - 16:50
16:50 - 17:05	Preparar para ir embora			16:50 - 17:05

Fonte: Autoria Própria

- Soldador

Por ser uma especialidade que trabalha apenas como reserva de mão de obra, deu-se menos enfoque para a especialidade “soldador”. Para os soldadores, o índice de produtividade aumentou expressivamente em 9,1%. No entanto, apesar de ser uma especialidade que apresenta um alto índice de produtividade, geralmente não cumpre a programação, pois estão sempre trabalhando com emergências. Os índices para a especialidade “soldador” podem ser visualizados no Gráfico 7.

Gráfico 7 - Série histórica soldador



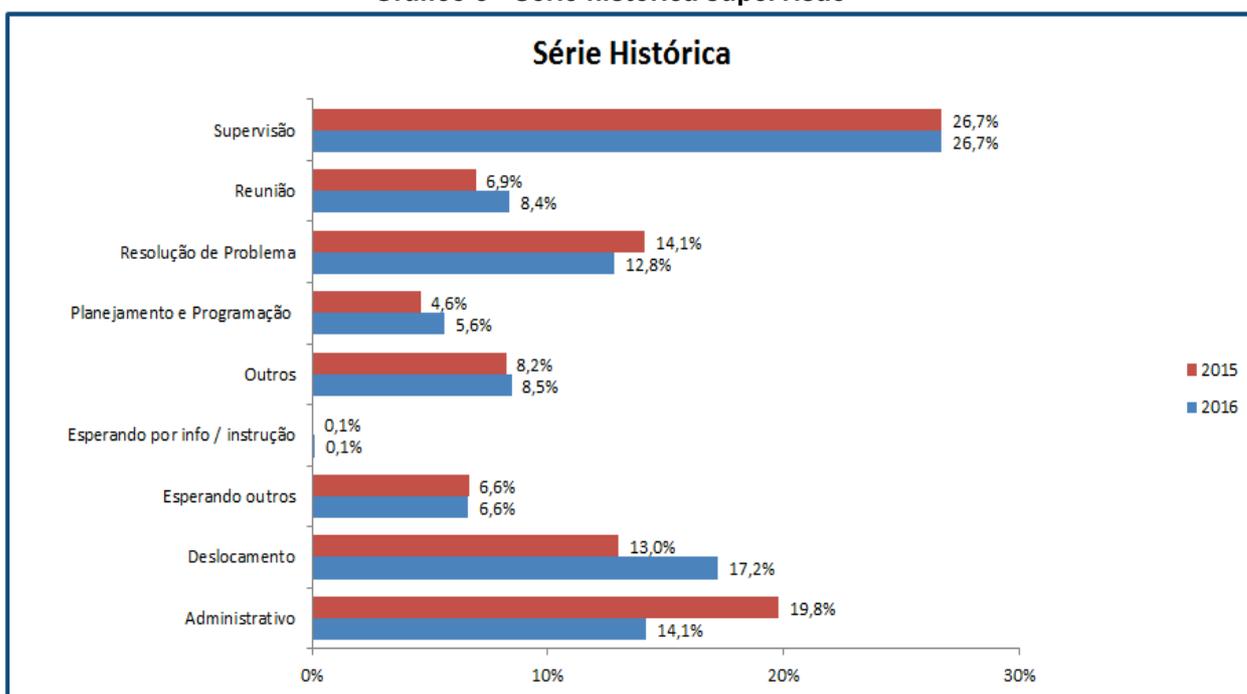
Fonte: Autoria Própria

### 4.3 SUPERVISÃO

Para supervisão, o tempo total observado foi 3150 minutos, totalizando 53 horas e dividido nas nove categorias chave. Comparando-se os resultados gerais para o time de supervisão, nota-se que o índice de produtividade, caracterizado pela categoria supervisão, permaneceu sem mudanças. Mudanças significativas ocorreram nos índices de deslocamento e administrativo. É possível afirmar que o

ganho acumulado com as atividades administrativas foi destinado ao deslocamento. Os deslocamentos podem estar relacionados com uma supervisão mais ativa, a qual consiste em um dos objetivos do projeto ManutençãoX. Os índices para a supervisão podem ser visualizados no Gráfico 8.

**Gráfico 8 - Série histórica supervisão**



**Fonte: Autoria Própria**

#### 4.4 POTENCIAIS DE MELHORIA

Através da observação de cada uma das áreas, alguns potenciais de melhoria puderam ser identificados e estão descritos nos tópicos a seguir. As melhorias foram desenvolvidas para cada uma das áreas, ou seja, operação e supervisão.

##### 4.4.1 Operação

Ao se comparar os índices obtidos em 2015 e 2016, nota-se um acréscimo, decréscimo ou a estabilidade dos resultados. Um decréscimo não representa necessariamente um resultado negativo, uma vez que ao passo que os índices “esperando por informação e instrução”, “esperando outros” e “deslocamento” diminuem, passa a existir mais disponibilidade de tempo para ser alocado a

atividades que agregam valor. Os acréscimos, decréscimos ou estabilidade dos índices podem ser visualizados na Tabela 1.

**Tabela 1 – Comparação de resultados para operação**  
**Comparação de Resultados para Operação - 2015 e 2016**

Wrench Time	Reunião	Resolução de Problema	Procurando por Peças/Ferramentas	Outros	Esperando por Informação/ Instrução	Esperando Outros	Deslocamento	Administrativo
3,10%	0%	1,40%	3,30%	4,10%	1,90%	2,40%	2,30%	1,30%



Acréscimo  
Decréscimo  
Sem Mudanças

**Fonte: Autoria Própria**

Ao analisar a Tabela 1, nota-se que o índice “outros”, representado por atividades que não agregam valor, como o uso do banheiro, água, descanso, conversas e intervalos, aumentou 4,1%. A justificativa para esse aumento decorre do fato de que ao diminuir o uso do tempo com atividades que não agregam valor, como “esperando por informação e instrução”, “esperando outros” e “deslocamento”, passa-se a sobrar uma disponibilidade de tempo que não é destinada somente a atividades produtivas, mas também faz com que operador de manutenção leve suas atividades com uma maior tranquilidade, fazendo uso de atividades que não agregam valor.

Por outro lado, após a identificação deste aumento no índice “outros” e análise de alguns formulários, algumas outras atividades podem estar influenciando este índice e algumas melhorias podem ser propostas para que o mesmo diminua e o índice de produtividade aumente. Primeiramente, em alguns formulários, como em um dos formulários apresentados para a especialidade “válvula”, notou-se a

superestimação de tempo para uma das atividades. Uma atividade que deveria ter duração de 2 horas e 40 minutos durou apenas 1 hora e 25 minutos. Essa sobra de tempo foi destinada a atividades classificadas como “outros”. Para mitigar ou eliminar esse problema, deve-se analisar a necessidade de ajuste da duração de algumas operações, pois o aumento considerável do tempo gasto com “outros” pode estar relacionado ao término antecipado de alguns trabalhos. Ainda, um dos meios para se chegar a esse ajuste pode ser através do *feedback* dos executantes em relação ao ajuste das durações das suas operações. Se após cada operação, existir um meio de coleta da duração dessas operações, a programação pode ser realizada de forma mais otimizada e o índice de produtividade pode absorver ganhos.

Outro fator que está relacionado ao índice “outros” é sobre o mito de que os operadores não podem utilizar os sanitários e bebedouros de algumas áreas, como observado na especialidade “mecânico”. Essa atitude por parte de alguns locais de atuação faz com que o operador tenha que deslocar para um lugar distante e perca parte do seu tempo produtivo. Apesar de ser uma atitude simples, essa questão a respeito da autorização do uso de sanitário e bebedouro em algumas áreas precisa ser desmitificada, para que os operadores não se desloquem e se estressem sem necessidade e absorvam este tempo para fins produtivos.

Apesar dos índices “esperando por informação e instrução”, “esperando outros” terem diminuído, diversas atividades como “aguardando bombeiro para liberação”, “aguardando táxi”, “aguardando ferramenta” e “aguardando ajuda de outro operador” puderam ser observadas nos formulários. Em vários formulários, a atividade “aguardando liberação” mostrou-se presente. Isso decorre de uma falha na comunicação entre os preparados e executantes, fazendo com que os executantes cheguem no local de sua ordem de trabalho e não consigam executar o que estava planejado, por falta de materiais necessários ou então por falta de preparação do equipamento. Nota-se também um fator intrigante, pois não ocorreu aumento no índice de reuniões, sendo que diversas reuniões foram propostas pelo programa ManutençãoX. Essas reuniões envolvem manutenção e produção e se levadas a sério causarão um impacto positivo ao alinhar a comunicação entre os preparadores e executantes. Ao reforçar a necessidade dessas reuniões, o objetivo é que atividades como “aguardando liberação” diminuam e o índice de produtividade aumente.

Para a especialidade “válvula”, notou-se uma queda de 12,6% nas atividades classificadas como “deslocamento”. Como já explicado anteriormente, a diminuição neste índice está relacionada a mudança do canteiro de válvulas para a oficina principal. Ao analisar essa queda, percebe-se que a queda no índice geral de “deslocamento”, 2,3%, ainda é pouco perto do que pode ser atingido. A ideia seria melhorar a localização dos canteiros para centralizar as ferramentas e diminuir os tempos para coletar as mesmas, fator que foi observado em diversos formulários.

#### 4.4.2 Supervisão

Ao se comparar os índices obtidos em 2015 e 2016, nota-se um acréscimo, decréscimo ou a estabilidade dos resultados. Um acréscimo não representa necessariamente um resultado positivo, uma vez que um aumento nas atividades classificadas como “outros” é observada de forma negativa, pois é um aumento de tempo que agrega valor ao negócio. Os acréscimos, decréscimos ou estabilidade dos índices podem ser visualizados na Tabela 2.

**Tabela 2 – Comparação de resultados para supervisão**  
**Comparação de Resultados para Supervisão - 2015 e 2016**

Wrench Time	Reunião	Resolução de Problema	Planejamento e Programação	Outros	Esperando por Informação/Instrução	Esperando Outros	Deslocamento	Administrativo
0%	2,50%	1,30%	1,00%	0,30%	0%	0%	4,20%	5,70%



Acréscimo  
Decréscimo  
Sem Mudanças

Fonte: Autoria Própria

Na seção anterior, mencionou-se a respeito da superestimação do tempo das atividades. Para mitigar ou eliminar esse tipo de problema, os supervisores poderiam controlar os tempos da programação. Atualmente, verifica-se o serviço planejado foi executado ou não. Uma prática que poderia ser iniciada consiste no incentivo dos supervisores aos executantes a realizarem um *feedback* do tempo de suas atividades, para que a programação seja otimizada.

Um ponto crítico observado em diversos formulários é a respeito do não cumprimento da programação. Todas as especialidades apresentaram este tipo de problema. Ao analisar os detalhes, nota-se que na maioria das vezes, a ordem de serviço não é realizada pois o serviço não estava preparado. Para mitigar ou eliminar esse problema recorrente para todas as especialidades, os supervisores poderiam entregar fichas com o trabalho programado no dia anterior aos executantes. Atualmente, os supervisores entregam apenas no dia em que o trabalho será executado, não permitindo que os executantes tenham tempo de checar se a preparação de suas atividades foi efetuada.

Outro fator que afeta a programação é o surgimento de emergências todos os dias. Os executantes tem que parar suas atividades programadas para atender as emergências. A prática de programar apenas 75% do efetivo já é realizada, para que os 25% restantes atendam as emergências do dia a dia, porém não tem sido suficiente. Assim, os executantes deixam tarefas inacabadas, as quais mais tarde se tornam emergências e esse ciclo vai se tornando cada vez mais crítico. Logo, os supervisores devem ser cada vez mais ativos para que os trabalhos e ordens planejados sejam executados e cumpridos de acordo com a programação. Ao analisar o aumento no índice de deslocamento, nota-se que já ocorreu um aumento de 4,2%, evidenciando uma supervisão mais ativa, mas por outro lado os formulários e a falta de atendimento a programação comprovam que ainda existe espaço para melhorias.

O último ponto se refere aos tempos ociosos programados. Tempo ocioso leva o operador a focar em atividades que não agregam valor. Essa prática deve ser evitada por parte dos supervisores, pois apenas impacta negativamente no *wrench time*. Se a programação não está sendo cumprida corretamente, não existe espaço para tempo ocioso.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para propor a implementação de melhorias na área de manutenção da Empresa X por meio da aplicação da ferramenta DILO e análise de *wrench time*, satisfazendo assim o objetivo geral do trabalho, foi necessário atentar-se aos objetivos específicos do mesmo.

O WCM aborda a melhoria contínua, assim como os programas de Excelência Operacional. À medida que as empresas vão se familiarizando com essa estrutura, começa a existir a necessidade das mesmas checarem seu desempenho. Sendo assim, quanto ao primeiro objetivo específico, “coletar dados em campo, através da ferramenta DILO, para as áreas de operação e supervisão da manutenção da Empresa X”, a metodologia DILO, através de 315 horas de observação para operação e 53 horas de observação para supervisão, demonstrou-se uma ferramenta eficaz para acompanhar o índice de produtividade da área de manutenção, além de ser um indicador preciso da evolução do programa de excelência.

Quanto ao segundo objetivo específico, “analisar os dados de 2016 compilados para as áreas de operação e supervisão, comparando com os dados e melhorias implementadas em 2015”, nota-se que o programa de excelência, voltado para a área de manutenção, tem impactado positivamente a produtividade dos agentes de manutenção. A afirmação pode ser justificada pelo aumento na produtividade dos operadores de manutenção de 40% para 43,1%. No entanto, ainda há uma alta diferença entre as especialidades e o índice de produtividade dos operadores encontra-se distante do índice de produtividade da classe mundial, que é 55%. A supervisão, apesar de não ter apresentado mudanças no índice de produtividade, também teve impacto positivo resultante da implementação do programa de excelência. Atualmente, a supervisão encontra-se de maneira de mais ativa, incentivando uma evolução positiva no comportamento das equipes, principalmente no que se refere as ações implementadas em 2015 após a primeira medição do *wrench time*.

O último objetivo específico enfatiza a identificação de potenciais de melhoria para as áreas de operação e supervisão da Empresa X. Para ambas as áreas, diversos potenciais de melhoria puderam ser identificados, alguns envolvendo o eixo técnico, como a localização dos dispositivos dos equipamentos nas áreas e outros

mais direcionados para o eixo de mentalidade e comportamento, como o alinhamento da comunicação entre preparadores e executantes.

Portanto, ao passo que os objetivos específicos foram atingidos, alcançou-se o objetivo geral, propondo-se melhorias na área de manutenção da Empresa X. No entanto, a decisão a respeito da implementação das melhorias fica a cargo da empresa.

## REFERÊNCIAS

ANDLER, N. **Tools for Project Management, Workshops and Consulting**. 2. ed. Alemanha: Publicis, 2011, 382 p.

BERGER, D. Maintenance Practices. *Mantenimiento Mundial*. 2012.

BÖRJESSON, A.; SVENSSON, A. Critical equipment classification and cost reduction within professional maintenance. 2011. 99 f. **Tese** (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Chalmers University Of Technology, Suécia, 2011.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 242 p.

CHIARADIA, A. J. P. **Utilização do Indicador de Eficiência Global de Equipamentos na Gestão e Melhoria Contínua dos Equipamentos: Um Estudo de caso na Indústria Automobilística**. Porto Alegre, 2004. 133p. Dissertação de Mestrado Profissionalizante em Engenharia – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CLAIRE, M.; Alain, L. **Maintenance Excellence – Wrench Time Analysis**. Solvay. Bruxelas, 2013.

CONNELLY, L.M. 2012. Root cause analysis. *Medsurg Nursing*, 21 (5), 316-313.

CORTEZ, R.L.; BACHOUR, M.C.; PEREIRA, M.C.; DIAS, A.V.C.; BAGNO, R.B. **Análise das relações entre o processo de inovação na engenharia de produto e a as ferramentas do WCM: estudo de caso em uma empresa do setor automobilístico**. São Carlos, Enegep: 2010.

DE FELICE, F.; PETRILLO, A.; MONFREDA, S. Improving Operations Performance with World Class Manufacturing Technique: A Case in Automotive Industry. *InTech: Open Science Open Minds*. 2013.

ELPIDIO, R. et al. A world class manufacturing implementation model. **Applied Mathematics In Electrical And Computer Engineering**. Itália, p. 371-376. jan. 2012.

DUNETZ, E. **TPM** (manutenção produtiva total) proposta de implantação do pilar manutenção autônoma, no setor da armação em uma empresa montadora de automóveis. 2014. 61 f. **Monografia** (Especialização) - Curso de Especialização em Gerência da Manutenção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1994. 207 p.

KARDEC, A.; RIBEIRO, H. **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

LEFLAR, J. **Practical TPM: Successful Equipment Management at Agilent Technologies**. Portland: Productivity Press, 2001.

MASKELL, B. H. **Performance Measurement for World Class Manufacturing: a model for American companies**. Cambridge: Productivity Press, 1991. 408 p.

MIKES, J. **Improving Processes and Focusing on Value**. Life Cycle Engineering. Charleston, 2007.

MONTEIRO, A. S.; MOTTA, D. F.; SILVA, D. L.; MONTEIRO, D. V. C. **Proposta de aumento de eficiência fabril por meio da manutenção produtiva total em uma empresa fabricante de embalagem de alumínio**. Bento Gonçalves: Enegep, 2012.

NAKAJIMA, S. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

O'CONNOR, R.; SWAIN, B. **Implementing Lean In Construction: Lean Tools and Techniques – An Introduction**. Ciria. 2013.

OLIVEIRA, M.R.; HEMOSILLA, J. L. G.; SILVA, C. C. Implantação do Índice de Eficiência Global dos Equipamentos em uma Célula de Manufatura de uma Empresa de Grande Porte do Setor Automotivo – Segmento de Embalagens. **Anais do XV SIMPOI – Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**, 2012.

ONOFREJOVÁ, Daniela. **Process Inovation Models In Service Providing Companies**. 2014. 5f. Faculty of Mechanical Engineering – Technical University of Kosice, Eslováquia, 2014.

PALUCHA, K. World Class Manufacturing Model in Production Management. **Archives of Materials Science Engineering**, v.58, n.2, p. 227-234, dez. 2012.

RIBEIRO, G. L. M.; PAES, R. L.; NETO, F. J. K. **Aplicação da Metodologia OEE para Análise da Produtividade do Processo de Descobertura de Carvão Mineral em uma Mina a Céu Aberto**. São Carlos: Enegep, 2010.

ROBINSON, C.; GINDER, A. **Implementing TPM: North American Experience**. Portland: Productivity Press, 1995.

ROONEY, J.; HEUVEL, N. Root Cause Analysis For Beginners. **Quality Progress**. p. 45-53, jul. 2004.

SALTORATO, P.; CINTRA, C. T. Implantação de um Programa de Manutenção Produtiva Total em uma Indústria Calçadista em Franca. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (XIX ENEGEP), 56, 1999. Rio de Janeiro, RJ. **Anais...**1999.

SHARMA, S.; JAIN, A.; BHATTI, R.; SINGH, H. Implementation of TPM for enhancing OEE of Small Scale Industry. **International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR)**. v.1, n.1, p. 125-136. 2012.

SHIROSE, K. **TPM New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries**. JIPM – Japan Institute Plant Of Maintenance. Tóquio, 1996.

SIGISMONDI, P.L.; MIATELLO, R. **WCM Way: A quick guide to WCM programme**. Unilever. 2014.

SMITH, R. **Tool Box Talk – Wrench Time Study**. GP Allied. Charleston, 2012.

STEINHUBL, A.; LEEUWEN, J.; ROGERS, W. **Beat the Clock: Increasing Workforce Productivity in Process Industries**. Booz & Company. 2009.

SUZUKI, T. **TPM in Process Industries**. Portland: Productivity Press, 1994.

TAKAHASHI, Y; OSADA, T. **TPM / MTP - Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: IMAN, 1993. 322 p.

YAMASHINA, H. Challenge to world class manufacturing. **International Journal Of Quality Of Reliability Management**. Kyoto, p. 30-31. 2007.

**ANEXO A – Formulário de Coleta de Dados DILO (Operador)**

ATIVIDADES DO OPERADOR				
10	11	12	13	14
Trabalhando em ativos (reparo, set-up, etc)	Resolução de Problema	Procurando por peças/ferramentas	Reunião	Administrativo
EXEMPLOS				
Todo trabalho que envolve equipamentos e peças: Soldagem, Reparos em geral, apertar parafusos, confeccionar peças, etc.	Toda conversa relacionada ao trabalho	Retirada de peças, equipamentos, materiais no almoxarifado (preenchimento de formulários necessários, processos de retirada)		Sentado na mesa: Relatório, Apontamento, Emails e Telefonemas de trabalho.
Calibração de equipamentos	Tirar dúvidas, esclarecer situações, pedir informações (conversando), etc.	Procurar peças, materiais equipamentos no posto de trabalho, que deveriam estar lá e não estão		
5S , limpeza, organização do posto de trabalho (organizar/guardar equipamentos, peças)	Importante descrever o problema!	Devolução de materiais no almoxarifado		
Vestir EPI's para situações especiais (espaço confinado, incêndio, etc)		Preparação/Requisição de Materiais		

ATIVIDADES DO OPERADOR			
15	16	17	18
Caminhando	Esperando por info/instrução	Esperando outros	Outros
EXEMPLOS			
Se movimentar: caminhando, carro, bicicleta, etc		Aguardar o trabalho de outros: confecção/chegada de peças	Banheiro
Aguardar Transporte (Taxi)		Liberação de Ordem	Almoço: Apenas o tempo dentro do restaurante
		Aguardar Liberação	Descanso
			Água, Café
			Conversa e atividades não relacionadas ao trabalho



**ANEXO B – Formulário de Coleta de Dados DILO (Supervisor)**

ATIVIDADES DO SUPERVISOR			
1	2	3	4
Supervisão	Resolução de Problema	Planejamento e Programação	Reunião
EXEMPLOS			
Supervisão de serviço a ser executado	Toda conversa relacionada ao trabalho	Atividades à respeito da programação e planejamento: verificação das ordens do dia e modificações (conversando ou no computador)	
Supervisão de equipamento que precisará de reparo (diagnóstico)	Tirar dúvidas, esclarecer situações, pedir informações (conversando), etc.	Geralmente as atividades que ocorrem no Centro de Ocorrências Integradas, ou atividades realizadas com os agentes de manutenção (pessoal responsável pela programação).	
	Importante descrever o problema!	Atividades diretamente relacionadas a programação, ou reconhecimento da programação, pedir informação sobre a programação.	

ATIVIDADES DO SUPERVISOR				
5	6	7	8	9
Administrativo	Caminhando	Esperando por info / instrução	Esperando outros	Outros
EXEMPLOS				
Sentado na mesa: Relatório, Apontamento, Emails e Telefonemas de trabalho.	Se movimentar: caminhando, carro, bicicleta, etc		Aguardar o trabalho de outros: confecção/chegada de peças	Banheiro
	Aguardar transporte (taxi)		Liberação de Ordem	Almoço: Apenas o tempo dentro do restaurante
			Aguardar Liberação	Descanso
				Água, Café
				Conversa e atividades não relacionadas ao trabalho

